ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.



IMPRIMERIE F. RAMBOZ ET Cie, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 78.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DE GENÈVE.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

TOME VINGT-SIXIÈME.

GENÈVE

JOEL CHERBULIEZ, LIBRAIRE, RUE DE LA CITÉ.

PARIS,
JOEL CHERBULIEZ,
RUE DE LA MONNAIE, 10.

ALLEMAGNE,
J. KESSMANN,
A GENÈVE, RUE DU RHONE, 171.

1854



MAI 1854.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE DE L'ESPAGNE

ET

PARTICULIÈREMENT DE L'ANDALOUSIE.

Webb. Iter hispaniense br. 8°, Paris, 1838;—Otia hispanica, fol. 46 pl., Paris, 1839—53. — *Boissier*, voy. botan. dans le midi de l'Espagne, Paris, 1839—45, 2 gros vol. in-4°, 182 pl. col.;—Diagnoses plant. hispan. præsertim in Castella nova lect. *Bibl. Univ. de Genève*, mars 1842. — *Boiss. et Reuter*. Pugillus plant. novarum Africæ bor. Hispaniæq. austr. br. in-8°, Genevæ, 1852. — *Reuter*. Essai sur la végét. de la Nouv. Castille, br. in-4°, Gen. (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève*). — *Colmeiro* cat. de plantas observadas en Cataluna, 1 vol. in-8°, Madrid, 1846.—Apuntès para la flora de las dos Castillas, 1 vol. in-8°, Madrid, 1849.— *Willkomm*, voy. Bot. en Esp. dans la Flora 1845-46, Bot. Zeit. 1850 et 1851; — Sertum fl. hispan. Flora 1851-1852. — Enum. pl. novar. et rar. in Hisp. austr. et Algarb. 1845-1846 dans Linnæa 1852, p. 1.—Die Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel und ihre Veget. 1 vol. in-8°, 1852, 2 cart. et 1 pl.

Ce n'est que depuis un petit nombre d'années que les botanistes ont commencé à soumettre à des investigations un peu réelles cette Espagne, dont la situation géographique aussi bien que la configuration physique promettait cependant de véritables trésors aux savants qui viendraient les y chercher. Ce n'étaient pas l'intention et le désir d'en étudier les richesses végétales qui faisaient défaut, mais depuis l'époque où les travaux de Linné et de Jussieu avaient fait passer la botanique à l'état de véritable science, un esprit de défiance poussé à l'excès, fermait aux étrangers l'accès à des voyages un peu développés; et quoique à l'intérieur Lœfling, Ortega et surtout Cavanilles eussent commencé à étudier quelques points de cette magnifique contrée, la flore espagnole était encore presque entièrement inconnue. Après la restauration, si la tranquillité se fût prolongée, il est probable que Lagasca eût répondu aux vœux de l'Europe savante, et fait connaître au moins une grande partie des plantes de son pays, mais les circonstances politiques qui l'exilèrent, rendirent en même temps impraticables pour d'autres les tentatives qu'il avait commencées. L'anarchie et la guerre civile duraient encore quand l'amour de la science porta deux hommes éminents, MM. Barker-Webb et Boissier à s'exposer aux fatigues, aux privations et à des dangers très-réels pour aller étudier une végétation si intéressante à tous égards. Les résultats de leurs recherches ont amené dès lors en Espagne d'autres naturalistes. MM. Durieu et Wilkomm ont, à diverses époques, parcouru plusieurs parties de la péninsule Ibérique. M. Boissier qui, déjà en 1841, avait envoyé son ami M. Reuter, dans les Castilles, est retourné plus tard avec lui dans les contrées méridionales. Ces messieurs ont communiqué une partie de leurs découvertes dans les

deux opuscules publiés l'un dans ce recueil en mars 1842, et l'autre en 1852 comme brochure à part. Mais le grand ouvrage de M. Boissier, publié à Paris de 1839—1845, qui contient le récit circonstancié de son voyage, est la base à laquelle ces travaux, qu'on peut bien appeler secondaires, se rattachent. En effet, il a mis en circulation 247 espèces nouvelles, non-seulement parfaitement décrites et analysées, mais accompagnées de planches admirables, et signalé dans la flore européenne 17 genres nouveaux. Pour la géographie botanique, il décrit, non pas complétement sans doute, mais de façon à approcher du complet, la végétation d'une partie très-importante de cette péninsule Ibérique placée d'une manière si remarquable entre le nord de l'Afrique et l'Europe occidentale, entre l'Océan et la Méditerranée, et fournit par conséquent un document très-nécessaire pour toutes les questions se rattachant à cette branche de la science. Aussi, quoique dans cet article, nous comptions bien mettre à profit les nouveaux renseignements fournis par les auteurs des ouvrages desquels nous avons donné la liste, avons-nous surtout le désir de ramener l'attention sur la remarquable publication de M. Boissier, et sur les principaux résultats qu'elle a fournis. Nous nous y croyons d'autant plus autorisés, que soit à cause de son prix qui est considérable, soit à cause de la lenteur de sa publication, due à un enchaînement de circonstances diverses, cet ouvrage ne nous semble pas avoir jusqu'ici été apprécié comme il aurait dû l'être [1]. Il doit cependant être nécessairement étudié

[1] Pendant et depuis l'apparition de son voyage, M. Boissier a publié d'autres ouvrages destinés à faire connaître, soit les plantes qu'il avait recueillies en Orient, dans deux voyages qu'il y a accomplis, soit celles qui auraient été rassemblées par MM. Aucher,

non-seulement par ceux qui voudront rassembler les matériaux d'une flore d'Espagne, mais par tous ceux qui voudront se faire une idée de la physionomie végétale d'une des provinces les plus remarquables de ce royaume.

En effet, dans la première partie qu'il a appelée *Narration et géographie botanique*, M. Boissier, après avoir passé rapidement sur ce qu'il a vu en Espagne, dans la première période de son voyage, décrit avec soin la contrée qu'il a eue sous les yeux depuis le commencement de mai jusqu'à la fin de septembre, savoir les environs de Malaga, les montagnes de Ronda, Gibraltar, le littoral de l'Andalousie, la Sierra Tejeda, Grenade et ses environs, la Sierra Nevada, ses pics et ses vallons, la Sierra de Gador, la Sierra de la Nieve, et entremêle le récit de ses excursions scientifiques de beaucoup de descriptions de localités, de scènes de mœurs, de tableaux de la nature qui donnent beaucoup de vie et d'intérêt à sa narration. Essayons de le suivre dans quelques-unes de ses courses, et si le lecteur a dans les veines quelque peu de ce feu sacré qui fait le vrai naturaliste et l'admirateur des beautés de la création, il comprendra l'enthousiasme que devait éprouver M. Boissier en voyant se dérouler devant ses pas une végétation si nouvelle et si riche, et se multiplier des paysages si variés, si pittoresques et quelquefois si sublimes.

Pirard, Spruner, Heldreich, Kotschy, etc. Ces travaux ont paru tant dans les Annales des Sciences naturelles, 1841 et 1844 (*Plantæ Aucherianæ orientales*) que dans les *Diagnoses plantarum orientalium novarum, fasc.* 1-9 (1842—1849). M. Boissier a encore fait paraître dans le tome XI des Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève une *Description de deux plantes nouvelles des Alpes du Piémont,* et dans le volume 12 du *Prodromus* de M. de Candolle, la monographie des Plumbaginées.

Prenons un premier point de vue de l'Andalousie en sortant avec M. Boissier de la ville de Malaga. « C'est un charme particulier, dit-il, à plusieurs villes du midi que ces solitudes qu'on trouve presque à leur porte et dont l'aspect âpre et pittoresque fait un piquant contraste avec le tumulte et le bruit qu'on vient de quitter. A dix minutes de Malaga est un endroit de ce genre nommé *Cerro Coronado.* Ce sont des sommités rocailleuses aux pieds desquelles on arrive après avoir traversé le torrent desséché de Guadalmedina, qui borde la ville à l'ouest; on trouve d'abord quelques beaux jardins où les sources qui sortent du roc entretiennent une admirable verdure sur un sol naturellement pierreux. Plus haut, ce ne sont plus que des pentes incultes coupées par des ravins et surmontées çà et là de rochers calcaires. Cet endroit est riche en belles plantes, malgré son aridité apparente. J'y recueillis entre mille autres, l'*Asperula hirsuta*, l'*Helianthemum marifolium*, les *Convolvulus linearis et saxatilis*. Entre les fentes des rochers sortaient la *Campanula velutina*, le *Dianthus serrulatus*, la *Polygala saxatilis*, et une belle ombellifère à fleur jaune l'*Elæoselinum Lagascæ*; enfin à une hauteur de 500 pieds environ, je commençai à trouver la *Putoria Calabrica*, si commune dans toute la région montagneuse de l'Andalousie, et qui couvre les parois des rochers de ses tapis ras et de ses élégantes fleurs blanches et roses dont la forme rappelle celle du jasmin. De ces hauteurs on jouit d'une vue charmante sur la vallée de Guadalmedina, toute parsemée des *casas de campo* des habitants de la ville, et sur Malaga, qui se déploie tout entière au bord de la mer, surmontée de sa gigantesque cathédrale.

« Une autre excursion encore plus intéressante, est celle du *Cerro* ou pic de *San Anton*. C'est une montagne de 1500

pieds environ, terminée par un rocher escarpé à pic du côté du nord, et qui forme un des points culminants de la chaîne de collines qui bordent la côte entre Malaga et Velez. Il faut, pour y arriver, suivre pendant une heure la route de cette dernière ville. Un peu avant le village *del Palo*, on prend sur la gauche par le lit d'un ruisseau, et l'on entre bientôt dans un délicieux vallon resserré entre les montagnes où le botaniste peut faire (dans la première quinzaine de mai) une ample récolte de plantes, que la fraîcheur de l'endroit et l'humidité font croître là avec une vigueur toute particulière. L'*Anthyllis cytisoides*, les *Genista umbellata et sphærocarpos*, y disputent le terrain aux *Cistus Monspeliensis, albidus et crispus*, qui forment entre eux mille hybrides, et épanouissent leurs corolles plissées aux premières heures du jour. L'*Aristolochia Bætica*, les *Ruscus*, et d'autres plantes grimpantes s'entrelacent à l'envi parmi les figuiers d'Inde et les buissons de *Rosa sempervirens* et en font des halliers impénétrables. Au bord même du ruisseau j'observai le rare *Poterium agrimonifolium* et quelques magnifiques touffes de l'*Ononis speciosa*, la plus belle espèce du genre. En montant ensuite le long des pentes de la montagne, on arrive à mi-hauteur sur un petit replat occupé par deux fermes entourées de jardins d'orangers et de citronniers, riantes oasis, au milieu de cette nature aride. C'est là que, dans mes excursions, j'allais me reposer chez une famille d'excellents *labradores* qui, dès ma seconde visite, me considérèrent comme un ami, et me recevaient avec cette hospitalité et cette aisance gracieuse qu'on ne trouve qu'en Espagne parmi cette classe de la société. Je n'oublierai jamais cette cour rustique, cette source sortant du rocher au milieu des fougères, ces points de vue si variés encadrés par les arbres. De

cet endroit jusqu'au sommet, on s'élève parmi des rochers et des pentes rocailleuses que couvrent le *Chamærops*, l'*Ephedra distachya*, le *Rhamnus lycioides*, le *Cytisus Malacitanus*, l'*Olea oleaster*, le *Quercus conifera* et le *Cistus Clusii*. Au milieu de cette végétation, quelques plantes annoncent déjà la région submontagneuse. Telles sont *Phlomis lychnitis*, *Lenzea conifera*, *Serratula flavescens* et *Sideritis linearifolia*. Partout l'utile Sparterie (*Macrochloa tenacissima*) montre ses touffes de feuilles roulées, et balance au gré du vent ses élégants épis argentés. Je cueillis aussi pour la première fois le *Minuartia montana*, le *Sedum glanduliferum* et l'*Umbilicus hispidus*, aux corolles violettes qu'on trouve çà et là sur la couche mince de terre végétale qui s'est formée à la surface des rochers.

« Parvenu à la cime de la montagne, j'admirai le panorama étendu qu'on y découvre sur la pleine mer et sur toute la côte jusqu'aux Sierras de Mijas, et de Ronda dans le fond. Au nord, la vue est bornée à peu de distance par d'autres sommités de même hauteur que San Anton, mais moins escarpées, et dont la plupart sont cultivées jusqu'au sommet en vignes et en oliviers. Là, dans l'exposition nord-est, croissaient au milieu de buissons rabougris l'*Ulex australis*, quelques plantes amies de l'ombre et de la fraîcheur, telles que l'*Arenaria montana*, l'*Helianthemum origanifolium* et l'élégant *Iris fugax*, dont les pétales délicats se fanent avec une étonnante rapidité. De grosses touffes de *Silene velutina*, au rhizôme ligneux et tortu, ornaient les pentes verticales et inaccessibles des rochers, aux pieds desquels je cueillis une nouvelle et rare espèce, le *Fumaria macrosepala*. »

Pour donner à nos lecteurs une idée un peu plus complète de la riche et puissante végétation du midi de l'Es-

pagne, nous allons les transporter maintenant, à l'aide des descriptions animées et pittoresques de M. Boissier, au milieu de cette chaîne de hautes montagnes qui occupe une partie considérable du royaume de Grenade, et qu'on nomme la Sierra Nevada.

Mais avant de chercher à donner, au moyen des récits de M. Boissier, une esquisse de la géographie botanique de cette contrée, si mal connue qu'à Grenade même personne ne put dire à notre voyageur par quel chemin il devait gagner les environs du pic de Veleta, empruntons à M. Willkomm une description générale du plateau que forment les montagnes dont nous allons nous occuper. «Ce plateau, dit-il (Die Strand- und Steppengebiete der iber. Halbins., p. 39), se distingue de toutes les autres contrées de la péninsule, et même de l'Europe, par sa position méridionale, par son élévation extraordinaire, et par la variété de climats qui en résulte; car il présente toutes les nuances de la température, depuis l'atmosphère brûlante d'une zone presque tropicale jusqu'aux souffles glacés des pays du pôle. Il peut être comparé à un rempart gigantesque qui séparerait la plaine arrosée par le Guadalquivir, des flots de la Méditerranée dans lesquels se plonge sa face méridionale. Sa constitution orographique se différencie de celle de tous les autres plateaux élevés de l'Espagne. Tandis que le plateau des Pyrénées se compose de chaînes de montagnes parallèles, qui deviennent de plus en plus hautes, et atteignent leur plus grande élévation le long d'un de leurs bords, le plateau de la haute Andalousie se partage très-évidemment en montagnes centrales et en chaînes environnantes, et c'est au centre du massif que les cimes atteignent leur plus grande hauteur. Et tandis que sur la terrasse pyrénaïque la base est fort peu dé-

veloppée, on trouve sur le plateau Grenadin de vastes plaines qui séparent les unes des autres, les montagnes au milieu desquelles tient le premier rang, la plus majestueuse de toutes celles de la péninsule, la Sierra Nevada couronnée de frimats. »

« La Sierra Nevada, dit M. Boissier, qui, prise dans son ensemble, est à peu près au sud-est de Grenade, s'élève rapidement dès son origine et atteint, au bout de deux à trois lieues, sa plus grande élévation. Courant d'abord au nord-est, elle forme le *Cerro del Caballo*, puis le pic de *Veleta*, qui est éloigné de 5 à 6 lieues de Grenade en ligne droite. Dès ce point-là, la ligne du faîte prend une direction orientale jusqu'à Mulahacen, la plus haute sommité de toute la chaîne, puis septentrionale jusqu'au pic d'*Alcazaba* et au port (col) de *Vacarès*. A partir de ces dernières sommités, elle tourne de nouveau directement à l'est pour conserver cette direction jusque auprès d'Almeria où elle se termine par des pointes très-allongées; sa longueur totale est de 16 à 18 lieues. Toute sa partie centrale est formée de schiste micacé et d'autres roches primitives, mais contre elle s'appuie au nord, du côté de Grenade, une formation calcaire qui s'élève sur ses flancs jusqu'à 6000 et 7000 pieds, et qui est couverte à sa base par des terrains de transport, tels que les collines sur lesquelles Grenade est située. Quant à la partie centrale et primitive de la montagne, elle maintient sa ligne de faîte à une hauteur moyenne de 9000 à 10,000 pieds, ses flancs sont herbeux et à pentes douces jusqu'aux derniers 1500 pieds, occupés par des escarpements ou des pentes très-rapides encombrées de débris et d'énormes quartiers de schiste. La ligne de faîte est très-tourmentée. Au bas de ces escarpements du sommet de la chaîne, on

trouve sur les versants des replats occupés par de vastes prairies, avec un assez grand nombre de petits lacs alpins où les divers cours d'eau prennent leur origine.

« La vigne et l'olivier ont leur limite supérieure aux environs du village de *Guejar*, distant de trois lieues de Grenade, à la hauteur d'environ 3500 pieds. Il est assez singulier que ces deux végétaux qui s'arrêtent à des latitudes si différentes dans l'Europe centrale, aient partout dans le royaume de Grenade les mêmes zones de végétation. A hauteur du village on voit aussi se terminer sur les deux berges de la vallée la formation calcaire qui fait place au schiste. A mesure que je m'élevais, la végétation perdait peu à peu son caractère méridional et se rapprochait de celle de nos montagnes, je trouvais des *Cratægus*, des rosiers, le *Colutea arborescens* (Baguenaudier); le chêne-vert formait encore des bois clair-semés. Çà et là sur de petits plateaux étaient semées des fermes entourées de châtaigniers et dans la position la plus romantique. Ces lieux charmants étaient ornés de fleurs que j'avais observées en partie sur le Tejeda (haute montagne au-dessus de Malaga), mais dont plusieurs étaient nouvelles pour moi. Telles étaient le *Cynanchum nigrum*, le *Centaurea granatensis* aux têtes orangées et au feuillage argenté; enfin une habitante de l'Atlas, qui n'avait jamais été trouvée en Europe, et dont je découvris de belles touffes dans les fentes des rochers. C'était le *Sarcocapnos enneaphylla*, aussi remarquable par la singularité de ses fleurs, qui ressemblent à celles de la *Polygala chamæbuxus* que par la forme de ses feuilles épaisses, glauques, coriaces et extrêmement fragiles. Je rencontrai encore successivement *Phlomis crinita*, *Erinacea hispanica*, *Salvia hispanorum*, *Ononis dumosa*, *Astragalus creticus*. La nuit s'approchait lorsque

nous arrivâmes à une ferme alors déserte, à 5000 pieds de hauteur environ. Cette ferme est ombragée par de magnifiques noyers. On voit aussi, dans les environs, des poiriers, des cerisiers, et contre le mur de la maison deux ceps de vigne dont les fruits ne mûrissent que dans les années chaudes; les noyers y gèlent aussi fréquemment. Les cultures de froment sont encore là en pleine vigueur et arrivent à leur maturité à la fin de juillet.

« Je trouvai à la Vibora une foule de belles plantes, entre autres le *Nepeta granatensis*, très-grande Labiée aux tiges et aux feuilles enduites d'une substance visqueuse, l'*Onopordon acaule*, singulier chardon à nombreuses têtes sessiles sur le terrain et très-épineuses, la belle *Polygala rosea*, le *Linum Narbonnense*, et la *Digitalis obscura* aux fleurs d'un orange noirâtre. Dans les rochers, avec la *Sarcocapnos*, l'*Arenaria armeriastrum*, l'*Ononis cephalotes* et d'autres plantes purement espagnoles, je retrouvai avec bonheur de vieilles connaissances des Alpes, telles que *Thymus alpinus*, *Arenaria grandiflora*, *Silene saxifraga*. Vers le milieu du jour, je me remis en marche pour San Geronimo qui n'est qu'à une lieue et demie de la Vibora, et à la même hauteur. Au lieu de contourner une sommité calcaire qui nous en séparait, nous la gravîmes. Un charmant arbuste, le *Daphne oleoides* était alors tout couvert de ses fleurs blanches qui exhalent l'odeur la plus suave. Près du sommet je découvris un Liseron des plus élégants qui formait des tapis argentés ras et tout parsemés de fleurs roses. C'était le *Convolvulus nitidus*, espèce nouvelle voisine du *C. lineatus*. Au sommet de la côte une vue splendide m'attendait. A mes pieds était le vallon profond du Monachil, et vis-à-vis de moi la crête centrale de la Sierra, toute diaprée de neige, se détachait sur l'azur du

ciel avec une pureté admirable, se terminant à gauche par la cime du pic de Veleta dominant fièrement ces hauteurs. Le point où je me trouvais se nomme *Dornajos*, c'est là que la formation calcaire finit par un léger rehaussement que produisent sur le dos du contre-fort des roches taillées à pic au nord-ouest. L'altitude de cet endroit est de 6500 pieds, et il est remarquable que ce soit à peu de chose près aussi celle de la Sierra Tejeda, de la Sierra de Ronda et des autres cimes calcaires du revers nord-ouest de la Sierra Nevada. Les rochers étaient ornés des tapis du *Teucrium Pyrenaicum*, du *Thymus Granatensis*, de la *Potentilla caulescens*. Dans les anfractuosités ombragées par les rameaux du Sorbier, de l'Amelanchier, de l'*Acer opulifolium*, je cueillis pour la première fois le rare et singulier *Senecio quinqueradiatus*. Dès qu'on atteint la formation primitive, aux plantes ci-dessus mentionnées on voit succéder le *Plantago serpentina*, le *Silene rupestris*, le *Thymus serpylloïdes* et des graminées qui ne se trouvent jamais sur le terrain calcaire. Là aussi les *Juniperus nana et sabina* couvraient le sol de buissons, à l'ombre desquels croissait la charmante *Odontites Granatensis* aux corolles pourprées. Dans une petite dépression tournée au nord, j'observai quelques plantes que je n'ai jamais rencontrées ailleurs dans la Sierra, la *Serratula nudicaulis*, le *Carduncellus Monspeliensium* et l'*Astragalus vesicarius* que j'avais cueillis quelques mois auparavant dans le royaume de Valence au bord de la mer, et qui, chose singulière, vivait là à 7000 pieds de hauteur.

« La ferme de San Geronimo est la plus élevée de cette partie de la Sierra (5500 pieds), mais on trouve encore plus haut des huttes de paille où des habitants de Monachil viennent passer la belle saison pour cultiver leurs

champs de seigle et de pommes de terre. La neige couvre ici le terrain pendant plusieurs mois; les arbres fruitiers manquent déjà à l'exception des cerisiers. Aux environs de la ferme et jusqu'à mille pieds environ plus haut, des taillis d'arbrisseaux de diverses espèces se montrent encore, et en face on aperçoit même un bois clair-semé de *Pinus sylvestris*, mais les contre-forts plus élevés ne sont plus couverts que d'un tapis verdoyant çà et là parsemé de taches de neige. Les environs de San Geronimo, situé à peu près à la limite de la région alpine, sont très-riches en plantes rares, et présentent de l'intérêt en ce que bon nombre d'espèces des régions inférieures remontent jusque-là le long des pentes abritées. Les buissons dans cette zone sont formés par le *Genista ramosissima*, élégant genêt alors couvert de fleurs jaunes, par le *Sarothamnus scoparius*, seule espèce française d'un genre très-nombreux dans la Péninsule, par le *Quercus toza* qui, sans doute, a jadis formé ici des forêts, par l'Epine-vinette (*Berberis vulgaris*), le *Cratægus oxyacantha*, deux Rosiers et un nouveau Prunier aux rameaux épineux (*Prunus Ramburii*, Boiss.) Au milieu de ces arbrisseaux s'entrelaçaient deux Chèvrefeuilles, les *Lonicera etrusca et splendida*, ce dernier remarquable par la beauté de ses fleurs au tube très-allongé. Partout aussi croissaient en abondance *Euphrasia longiflora*, *Serratula pinnatifida*, *Centaurea Granatensis* et l'élégant *Teucrium Webbianum* aux corolles violettes. La *Salvia hispanorum* couvrait aussi de grands espaces, et le lit desséché d'un torrent était orné des touffes de la *Digitalis obscura* et de celles de la *Salvia phlomoïdes*, dont les abeilles assiégeaient les corolles bleuâtres. En montant plus haut, les plantes de la région montagneuse, ainsi que d'autres de la région chaude,

telles que le Romarin et l'*Ulex australis* faisaient bientôt place à une végétation décidément alpine, à l'*Erinacea Hispanica*, à l'*Astragalus Creticus* sous-arbrisseaux de deux à trois pieds de haut, très-répandus dans la Grèce méridionale, en Sicile et en Asie mineure. Parmi les touffes épineuses de ces plantes, croissait le *Pæonia coriacea*, dont les branches fructifères, ornées de fruits entr'ouverts et des graines du plus beau rouge, servent à orner les modestes habitations des montagnes, et près de là, dans les jachères stériles des cultures de seigle, la *Passerina elliptica* et l'*Astragalus macrorhizus*, si remarquable par son fruit enflé et presque ligneux.

« En descendant de la ferme au fond de la vallée, la végétation, favorisée par l'humidité et la chaleur, est bien plus luxuriante. On peut y admirer au bord des petits ruisseaux, le bel *Iris xyphium*, le *Thalictrum glaucum*, l'*Imperatoria Hispanica*. Le *Cirsium flavispina* couvre les prés humides, tandis qu'au bord des champs on observa les *Nepeta Granatensis et reticulata*, et la *Centaura monticola*. Le Monachel, grand ruisseau partout guéable coule tantôt sur un lit de sable, tantôt sur des rochers à pic sur les parois desquels se balancent les tiges du *Bupleurum fruticosum*. Des arbrisseaux forment le long de ses bords d'épais fourrés dans lesquels croissent en abondance différentes Ombellifères et légumineuses grimpantes. Ce site est aussi orné par deux plantes dont les semences ont été amenées par les eaux des régions supérieures, et qui, grâce à l'humidité et à la chaleur de cette exposition y prennent un développement inusité. L'une est l'élégante *Digitalis purpurea*, qui penche sur la rivière ses corolles roses tachées de brun: l'autre est le curieux *Reseda complicata* (Bory) aux tiges rameuses roides et dépourvues de feuilles

qui forme des buissons arrondis de deux à trois pieds de diamètre.»

Après avoir accompagné M. Boissier dans la région chaude et dans la zone alpine, élevons-nous maintenant avec lui dans ce qu'il appelle la zone glaciale, s'étendant de 8,000 à 11,000 pieds. «Le 12 juillet, dit-il, je partis pour effectuer enfin l'ascension du Pic de Veleta. J'arrivai d'abord au *Peñon de San-Francisco* (8000 pieds), grand rocher schisteux qui s'élève de la côte du contre-fort qui sépare les vallées du Xenil et du Monachil. Nous étions là dans la région du *Genista aspalathoïdes*, dont les buissons sont épars dans les pâturages arides formés de graminées à feuilles dures et coriaces, *Festuca Granatensis et duriuscula*, *Agrostis Nevadensis*, et *Aira flexuosa*. Cette végétation monotone est variée par les corymbes jaunes du *Senecio Duriæi*, par l'*Eryngium Bourgati* et les tapis argentés que forme le *Senecio Boissieri*. Le *Cerastium ramosissimum* et la *Spergula viscosa* couvrent les places un peu sablonneuses. Bientôt j'atteignis la zone des *Borreguils*, nom que l'on donne aux pâturages situés immédiatement aux pieds des éboulis schisteux du faîte de la chaîne. Cette zône, occupée par de petits vallons verdoyants avec des bandes de rochers, de petits lacs et mille petits ruisseaux, est une des plus pittoresques de la Sierra, et celle qui rappelle le mieux les paysages alpins. C'est le seul endroit du midi de l'Espagne où j'ai vu de vraies pelouses; elles sont composées surtout d'*Agrostis Nevadensis* et émaillées de fleurs alpines, entre autres des Renoncules blanches (*Ranunculus acetosellæfolius*, Boiss., *R. angustifolius var. uniflorus*, Boiss.), de la *Viola palustris* et de la *Campanula Herminii*. Au bord des ruisseaux on observe *Veronica repens*,

Epilobium origanifolium et Saxifraga stellaris. A partir de là, il faut monter encore un millier de pieds pour gagner le col de Veleta, et près du double pour arriver au pic du même nom. Cette partie de l'ascension est pénible, ce sont des éboulements schisteux incohérents, parsemés d'énormes blocs de la même roche, souvent entassés les uns sur les autres. Partout on voit les traces de quelque violent bouleversement, car les arêtes vives de ces pierres montrent assez que cette dévastation n'est pas due à la décomposition du rocher. L'extrême mobilité de ce sol schisteux ne permet qu'à un petit nombre de plantes d'y végéter. On y trouve le *Brassica montana*, *Ptilotrichum purpureum* (*Alyssum purpureum*, Lag.) qui est là dans sa véritable patrie et dont le rhizome noir atteint souvent une longueur considérable, parce qu'il doit pousser en avant pour se dégager du sable qui vient sans cesse le recouvrir; la *Viola Nevadensis*, jolie pensée aux fleurs tantôt blanches, tantôt rougeâtres et tantôt violettes. Çà et là se montraient les touffes roides de la *Festuca Clementei*, de l'*Avena glacialis* et d'une variété remarquable de la *Dactylis glomerata* (*D. juncinella*, Bory). La *Luzula spicata*, l'*Aretia* (*Gregoria*, Duby), *vitaliana* venaient aussi représenter les Alpes, et sous les rochers tournés au nord s'abritait le *Saxifraga mixta* aux fleurs blanches ou lavées de rose. L'*Artemisa Granatensis* était là dans sa région, mais à peine fleurie, tandis qu'une charmante composée, l'*Erigeron glaciale* avait déjà épanoui ses fleurs violettes qui ressemblent à celles de l'*Aster alpinus*. J'arrivai enfin sur la cime, très-petit terre-plein bordé au nord, à l'est et au sud-est par des rochers à pic.

Ce qui frappe d'abord les regards lorsqu'on arrive sur la Veleta, et qu'on s'est approché avec précaution de son

bord septentrional, c'est un cirque de près de deux mille pieds de profondeur qui s'ouvre au nord-est, ses parois sont presque partout coupées à pic, et au fond on aperçoit un petit glacier très-incliné : c'est là ce qu'on nomme le *Corral de Veleta*. En face et au nord-est s'élève le massif imposant du Mulahacen (10,980 pieds), et un peu plus loin à gauche, celui de l'*Alcazaba* ou *Cerro del Puerco*. Le Mulahacen n'est pas éloigné de plus d'une lieue en ligne droite, et il se rattache au pic de Veleta par des crêtes schisteuses, plus basses de quelques centaines de pieds que l'une et l'autre cimes, et si tranchantes et tourmentées qu'il serait impossible de les longer. De ces crêtes descendent au sud des pentes fortement inclinées; à leur pied s'étendent des replats ondulés et herbeux assez étendus où l'on remarquait encore de nombreuses taches de neiges; ils renferment plusieurs petits lacs. Si nous passons aux points les plus éloignés de l'horizon la vue s'étend sans bornes sur un immense panorama.....

«La hauteur du pic de Veleta paraît être entre 10,700 et 10,800 pieds. Le Mulahacen est de quelques centaines de pieds plus élevés. Même sur ces points culminants la neige n'est point éternelle et ne persiste que dans les endroits abrités, enfoncés et dans ceux où la force des vents l'a amassée. La Sierra Nevada n'arrive donc nulle part à la limite inférieure des neiges éternelles dans le sens strict de ce mot; mais sa partie supérieure, dans une zone de 1500 à 2000 pieds, en conserve pendant les étés ordinaires de nombreux amas. Ce qui caractérise encore la végétation de cette zone c'est que les plantes n'y forment nulle part des pelouses, mais croissent isolément. Elles sont toutes, sans exception, vivaces, et parmi elles prédominent les graminées aux feuilles coriaces qui forment de

petites touffes compactes. Les espèces citées plus haut remontent toutes sur le terre-plein du sommet de la Veleta, où je fus bien plus surpris de trouver de beaux pieds de *Ptilotrichum* (*Alyssum*, L.) *spinosum* couverts de fleurs blanches ou roses. C'est un fait bien curieux et difficile à expliquer, que celui de la présence, sur des sommités glaciales, d'une plante qui, dans le midi de la France, n'habite que des montagnes d'une faible hauteur et où il neige rarement. Pour compenser le petit nombre des phanérogames, une foule de Lichens couvraient les rochers de cette cime. Tous, sans exception, appartenaient à la flore des hautes Alpes de la Suisse, et parmi eux la *Squammaria electrina* brillait par sa belle couleur jaune-citron. »

Tout lecteur accoutumé à herboriser sur les hautes montagnes de l'Europe intérieure et même de l'Italie, aura, je pense, remarqué un fait de géographie botanique qui ressort des tableaux que nous venons d'extraire du voyage de M. Boissier, c'est la présence en Espagne d'une zone de végétation qui manque presque complétement dans les autres contrées, celle que M. Boissier a appelée zone alpine. Tandis que dans les Alpes que j'appellerai Européennes (en opposition à celles du midi de l'Espagne, qui sont déjà à demi Africaines), une fois qu'on a quitté la région des Sapins, on se trouve au milieu d'une bande assez étroite occupée par des plantes vivaces des genres *Delphinium*, *Aconitum*, *Hieracium*, *Senecio*, *Carex*, *Phaca*, *Pedicularis*, etc., qui cèdent peu à peu et assez promptement la place aux petites espèces de *Saxifraga*, *Achillea*, *Androsace*, *Primula*, *Draba*, *Aira*, *Festuca*, etc., il y a dans les Alpes Espagnoles une large zone qui s'étend de 6000 à 8000 pieds, occupée soit par des buissons ou des sous-arbrisseaux souvent épineux, tels que *Cistus laurifo-*

lius, *Genista horrida*, *Vella spinosa*, *Erinacea Hispanica*, *Genista aspalathoides*, *Lonicera arborea*, *Astragalus Creticus*, etc., soit par des plantes appartenant à des genres qui n'ont pas de représentants dans nos hautes montagnes, *Convolvulus nitidus*, *Echium flavum*, *Reseda complicata*, *Lavandula lanata*, *Eryngium glaciale*, ou à des espèces tout à fait propres à ces contrées. Une fois qu'on a dépassé 8000 pieds, on atteint la région que M. Boissier appelle glaciale, et dont la physionomie végétale, si je puis ainsi dire, diffère fort peu, ainsi qu'on a pu s'en assurer par la description du pic de Veleta, de la physionomie des sommités correspondantes de la France, du Piémont, de la Suisse, de l'Italie. Ce sont aussi des Saxifrages, des *Arabis*, des *Draba*, des *Silene*, des *Androsace*, des *Viola*, des *Galium*, et même plusieurs des espèces que nous rencontrons sur nos Alpes, par exemple, le *Gregoria vitaliana*, le *Papaver Pyrenaicum*, l'*Arabis alpina*, le *Ranunculus glacialis*, la *Gentiana alpina*, *Veronica Ponæ*, *Alchemilla alpina*, *Carex lagopina et capillaris*, viennent se mêler aux plantes particulières à cette partie de l'Andalousie. Le Pic du Mulahacen ne paraît pas, d'après ce que M. Boissier raconte de l'ascension qu'il y a exécutée, présenter beaucoup de plantes qui lui soient propres, et reproduit la végétation du Pic de Veleta.

Non content d'avoir semé continuellement la narration de son voyage d'observations fort intéressantes de géographie botanique, M. Boissier a consacré une soixantaine de pages à des considérations générales sur la distribution des espèces énumérées et décrites dans le second volume de son ouvrage. Il a cru reconnaître que les 1900 espèces de plantes vasculaires qui y sont comprises étaient réparties en quatre régions, bien entendu qu'on prend ce mot

dans un sens un peu large. La première, qu'il nomme maritime ou *chaude*, s'élève sur le revers méridional des montagnes jusqu'à environ 2000 pieds. Cette région est météorologiquement caractérisée, dit M. Boissier: 1° Par l'absence de la neige, qui ne tombe jamais ou presque jamais dans sa partie inférieure, et qui, lorsqu'elle tombe, ce qui n'arrive que rarement, ne tient sur le terrain que quelques heures, ou tout au plus un jour ou deux. 2° Par la répartition des pluies dans le courant de l'année. Elles tombent régulièrement et en abondance pendant les mois d'octobre et de novembre, puis s'interrompent pour recommencer en février et mars, mais d'une manière moins abondante et moins régulière. A partir du mois d'avril jusqu'à la fin de septembre, la sécheresse est presque continue, le ciel est constamment pur et sans nuage; et si quelquefois les sommités des chaînes côtières se couvrent de nuées, les ondées d'orage qui y tombent se font à peine sentir sur les dernières limites de la région, et le littoral, ainsi que les dernières pentes, n'en reçoivent pas une goutte. Le thermomètre qui descend quelquefois, en janvier et février, à + 6° C., monte, en juillet et août, jusqu'à 31 degrés.

Ce qui caractérise la végétation de la région chaude, c'est l'Oranger, le Palmier nain (*Chamærops humilis*) qui, en Andalousie comme en Sicile, enlève d'immenses espaces à l'agriculture, l'*Agave* et le Figuier d'Inde formant toutes les clôtures, l'*Aristolochia Bætica* dans les haies, le Ricin, le *Thymus capitatus* sur les collines, au bord des haies, le *Phlomis purpurea, Physalis somnifera, Withania frutescens, Kentrophyllum arborescens*, chardon gigantesque à tiges vivaces de huit à dix pieds de haut; dans le lit des torrents le Laurier-Rose, dans les sables maritimes,

l'*Aloe perfoliata*. Les arbres sont très-rares dans la partie inférieure de cette région, et ce n'est qu'en s'élevant que l'on commence à trouver en pieds plus ou moins clair-semés les Chênes de diverses espèces, bien plus abondants dans le bas de la région montagneuse; mais, par contre, il y a des espaces plus ou moins étendus, couverts de buissons de trois à six pieds de haut, parmi lesquels, avec le Chamærops, prédominent plusieurs Cistes, le Lentisque, le *Rhamnus lycioides*, des *Phyllirea*, beaucoup de Genistées, et quelques Chênes nains.

La deuxième région (région montagneuse de M. Boissier) commence à peu près vers deux mille pieds d'altitude absolue, et comprend les plateaux qu'on trouve au nord des chaînes côtières, ainsi que les pentes de ces mêmes chaînes jusqu'à 4500 ou même 5000 pieds. « Cette région, dit notre auteur, est une zone de transition; elle a néanmoins sa physionomie propre et présente de l'intérêt en ce qu'elle correspond exactement, pour l'altitude et l'aspect, avec l'immense plateau central de la Péninsule, avec lequel elle a de nombreux rapports physiques et botaniques. Dans la partie inférieure de la région, comme à Grenade et à Ronda, le thermomètre descend presque tous les hivers, pendant quelques jours, jusqu'à 3 ou 4 degrés au-dessous de zéro, et la neige reste quelquefois sur le terrain cinq à six jours. A la limite supérieure de la région, elle persiste au moins quatre mois. Quant à la chaleur, elle est, en général, dans la partie inférieure de la région, plus faible de trois à quatre degrés que celle du littoral, excepté à Grenade, où le thermomètre monte fréquemment pendant le jour, à 35° et 37° C. La distribution de la pluie est, quant aux saisons, la même que sur la côte, avec cette différence que le ter-

rain est, de plus, quelquefois rafraîchi en été par des pluies d'orage descendues des montagnes.

« On pourrait appeler la région montagneuse région des céréales et des arbres fruitiers. Les stations les plus caractéristiques des plantes de cette région sont : 1° Des buissons qui ressemblent pour l'aspect à ceux de la région chaude, mais qui diffèrent par la plupart des espèces ; les Genêts et les Cistes y prédominent davantage, et particulièrement les Cistes à grandes feuilles, sous l'ombre desquels vivent plusieurs jolies Bruyères. 2° Des forêts assez clair-semées formées par les *Pinus pinaster et Aleppensis* et quatre ou cinq espèces de Chênes. A l'ombre de ces bois, on observe une végétation particulière, *Cistus laurifolius*, *populifolius*, *salviæfolius*, *Lithospermum prostratum*, *Herniaria incana*, *Scabiosa tomentosa*, etc. 3° Des collines et plateaux arides, couverts de sous-arbrisseaux nains et de plantes vivaces. Ce sont surtout des Labiées, des Composées et des Cistinées, formant de petites touffes éparses, dans les intervalles desquelles croissent des *Stipa* et quelques plantes annuelles en plus petit nombre, telles que *Odontites longiflora*. Les espèces les plus caractéristiques de cette végétation sont : *Thymus mastichina*, *zygis*, *hirtus*, *Salvia Hispanorum*, *Teucrium capitatum*, *Sideritis hirsuta*, *Helianthemum hirtum*, *Stipa Lagascæ*, *Linum suffruticosum*, *Artemisia campestris* et *Barrelieri*, *Lavandula spica* et *stæchas*, etc. Un des traits les plus frappants de ces contrées, ce sont les terrains salés. Les collines y sont uniformément mamelonnées, et les eaux de pluie y ont creusé des fentes et ravines profondes et étroites dans les endroits les plus bas. Elles nourrissent plusieurs espèces particulières à feuilles épaisses et charnues, d'un ton glauque et pulvérulent, telles que plusieurs *Salsola*, *Atri-*

plex, *Statice*, *Frankenia thymifolia* et *corymbosa*, *Ononis crassifolia*, *Peganum harmala*, *Helianthemum squammatum*, etc.

La troisième région distinguée par M. Boissier et nommée par lui région alpine, est celle que plus haut nous avons signalée à nos lecteurs comme propre aux Alpes de l'Andalousie. « Vers ses limites inférieures, dit notre auteur, la neige persiste au moins quatre mois sur le sol; à mesure qu'on s'élève, sa durée va en augmentant, jusqu'à la partie supérieure de la zone, qui se couvre déjà, à la fin de septembre, d'une neige dont on voit encore, au commencement de juin, des flaques dans les dépressions du terrain. Au printemps et pendant l'été, la température est toujours rafraîchie par la brise et les vents; la chaleur ne s'élève jamais au-dessus de 25° C.; des brouillards accompagnés de pluies d'orage y entretiennent la verdure, et le terrain y est fertilisé, surtout dans la Sierra Nevada, par de nombreuses sources tirant leur origine des neiges supérieures. »

« Les cultures se composent de seigle et de pommes de terre qui, dans les vallées du versant de Grenade, ne remontent qu'à 6300 pieds environ; mais sur le versant méridional, par exemple, à la Hoya del Muerta, au-dessus du port de Vacarès, j'ai, dit M. Boissier, trouvé de très-beaux seigles à l'altitude énorme de 7600 pieds, dans une localité, il est vrai, abritée et très-favorablement orientée. A l'exception de quelques pieds de cerisiers dans les vallons, les arbres fruitiers ne remontent point dans cette région. »

Nous avons plus haut donné une idée de la végétation de cette zone, et, pour achever de la caractériser, il nous suffira d'ajouter que M. Boissier la dit composée : 1° De

buissons ou taillis formés dans le bas de la zone par les *Sarothamnus scoparius*, *Genista ramosissima*, *Quercus toza*, plus haut par le *Genista Aspalathoides*, près des habitations et des cultures, par la Rose des chiens et l'Epine-vinette, qui croit en épais halliers, sous lesquels vivent quantité de plantes délicates. 2° De bois clair-semés de Pins (*Pinus sylvestris*), de *Quercus sylvestris*, et du Sapin (*Abies*) *Pinsapo* (belle et nouvelle espèce découverte par notre voyageur); mêlés de quelques pieds d'Ifs et qui remontent jusqu'à 6000 pieds. 3° De bosquets formés d'arbres (Frêne, Saule, Érable), ou de très-grands arbrisseaux (*Cratægus Granatensis*, *Adenocarpus decorticans*, etc.), qui se trouvent dans les terrains gras et arrosés des pentes, au fond des vallons de la Sierra Nevada. Chacun de ces arbres n'est représenté que par un petit nombre de pieds. 4° Enfin, des différents sous-arbrisseaux épineux très-bas, des graminées coriaces et des autres plantes que nous avons mentionnées plus haut.

Élevons-nous enfin à la dernière région, nommée par M. Boissier glaciale ou nivale. «Elle comprend, selon lui, toutes les parties supérieures de la Sierra Nevada, à partir de 8000 pieds, et n'existe, par conséquent, que dans la partie occidentale de la chaîne, la seule qui dépasse cette hauteur. A une pareille altitude, on commence à trouver dans les Alpes les neiges éternelles; ici rien de pareil, les points culminants eux-mêmes, élevés de 10 à 11,000 pieds, en sont dépourvus au milieu de l'été; la neige caractérise cependant notre région, mais seulement sous la forme de taches ou d'amas accumulés dans les bas-fonds et les plis de terrain. C'est seulement à la fin de septembre que toute la région se couvre d'une neige nouvelle qui ne commence à disparaître partiellement qu'en juin, et la recouvre donc

entièrement pendant huit mois. Pendant la belle saison, la température y est très-inégale ; par un beau temps, le thermomètre monte souvent à 22° au milieu du jour, tandis qu'un ciel nuageux ou un orage peut la faire descendre en quelques heures à + 4 ou 3. »

« La région nivale se compose : 1° De pelouses formées d'une herbe courte, fine et serrée, où le *Nardus stricta*, l'*Agrostis Nevadensis*, diverses *Festuca* jouent le principal rôle, et où croissent aussi *Leontodon autumnale et microcephalum*, *Ranunculus angustifolius et acetosellæfolius*, *Parnassia palustris*, *Gentiana alpina*, etc. 2° De pentes sèches où croissent par individus isolés des espèces assez variées d'*Arenaria*, de *Potentilla*, etc., les *Galium pyrenaicum*, *Pyrethrum radicans*, *Plantago nivalis*, *Thymus serpylloides*, etc. 3° D'éboulis inférieurs, où se trouvent quelques plantes de plus haute taille, et supérieurs, où se développent par touffes *Papaver pyrenaicum*, *Erigeron frigidum*, *Trisetum glaciale*, *Viola Nevadensis*, *Holcus cespitosus*, etc. ; enfin, de rochers où l'on trouve surtout *Arabis Boryi*, *Androsace imbricata*, *Draba hispanica*, *Saxifraga mixta*. »

Après avoir caractérisé ces quatre régions par des détails dont nous avons cherché à reproduire les traits les plus importants, M. Boissier en vient à des considérations générales vraiment intéressantes, où nous relevons les remarques suivantes :

« Le nombre des espèces va en diminuant rapidement de la région inférieure à la supérieure. Dans la région chaude les plantes annuelles forment un peu plus de la moitié des espèces, elles n'en forment pas tout à fait le tiers dans la région montagneuse, le sixième dans la région alpine, le vingt-neuvième dans la nivale. Les arbres sont extrêmement



peu nombreux en espèces et en individus dans tout le royaume de Grenade ; la région montagneuse où il y en a le plus, est bien inférieure sous ce rapport à toutes les flores de l'Europe centrale et méridionale, la Grèce peut être seule exceptée ; en revanche la végétation d'arbrisseaux et sous-arbrisseaux est fortement caractérisée, et offre une proportion plus forte même que dans les autres pays méridionaux de l'Europe. Ce fait est surtout remarquable pour les régions montagneuse et alpine. Cette proportion serait plus frappante encore si, au lieu des espèces, on comptait les individus, car un très-grand nombre de ces arbrisseaux ou sous-arbrisseaux sont des plantes sociales. Un grand nombre d'entre eux, parmi les plus répandus, sont épineux, et en leur adjoignant les chardons et genres voisins très-nombreux dans la contrée, on trouve dans le royaume de Grenade une proportion de végétaux épineux très-supérieure à celle qu'on peut trouver dans aucune flore d'Europe.

« Les plantes qui, abstraction faite de l'Afrique boréale, sont endémiques à la Péninsule, forment pour la région chaude un peu plus du cinquième, pour la région montagneuse un peu plus du tiers, pour l'alpine un peu moins de la moitié, pour la région nivale plus du tiers du nombre total des espèces. Parmi ces plantes, celles spéciales au royaume de Grenade en particulier, entrent dans la région chaude pour deux cinquièmes, dans la région montagneuse pour la moitié à peu près, dans la région alpine pour les trois cinquièmes, dans la région nivale enfin, pour les deux tiers. Ainsi, pour trouver la plus forte proportion d'espèces endémiques de ces deux catégories, il faut s'élever vers la zone située à peu près à la moitié de l'altitude. C'est un résultat intéressant, et qu'on retrou-

vera probablement pour toutes les flores de l'Europe méridionale. M. Hochstetter l'a constaté dans l'archipel des Açores, et M. Webb aux Canaries.

« C'est, comme dit notre auteur, un phénomène curieux et que présentent surtout les régions montagneuse et alpine, que celui de la présence d'un certain nombre de plantes qu'on ne retrouve plus qu'en Asie mineure, en Syrie, au Caucase ou dans quelque partie de la Grèce. Ce fait, très-intéressant de géographie botanique s'explique en partie, observe M. Boissier, par l'existence commune aux deux contrées de plateaux élevés, d'une constitution géologique analogue, et qui ne se retrouvent pas dans le reste de l'Europe méridionale. Quoi qu'il en soit, cette irradiation de végétation orientale ne consiste pas seulement dans la présence d'espèces identiques, comme, par exemple, dans la région chaude *Malcomia Africana*, *Fagonia Cretica*, *Viscum cruciatum*, *Statice Ægyptiaca*, etc.; dans la région montagneuse, *Peganum harmala*, *Alyssum Atlanticum et serpyllifolium*, *Salvia phlomoïdes*, etc.; pour la région alpine, *Cerastium ramosissimum*, *Erodium trichomanæfolium*, *Cerasus prostrata*, *Callipeltis cucullaria*, *Scutellaria orientalis*, etc.; et dans la région nivale, le *Ranunculus demissus*; cette irradiation, disons-nous, consiste encore dans la présence d'espèces très-voisines qui se remplacent : tels sont les Astragales épineux, les *Armeria* des montagnes d'Espagne, tenant lieu des *Statice* épineuses des Alpes d'Asie Mineure et de Perse, *Salvia candelabrum* (Boissier) remplaçant les *Salvia divaricata* et *Aucheri*, etc. »

Ce travail sur la géographie botanique du royaume de Grenade, est terminé par un beau tableau synoptique des hauteurs et limites des végétaux les plus caractéristiques,





au moyen duquel le lecteur embrasse d'un coup d'œil la physionomie végétale de chacune des régions, et les compare les unes aux autres.

Avant de terminer cet article, principalement destiné à résumer les services rendus à la Botanique par les deux beaux volumes de M. Boissier, je dois ajouter que cette science n'est pas le seul intérêt de la narration de son voyage. Elle abonde en descriptions des localités qu'il a visitées, et des paysages qui se sont déroulés sous ses yeux, comme aussi en observations des mœurs et des usages des pays qu'il a parcourus, dont plusieurs sont assez piquantes, et pourraient aisément fournir des matériaux pour un article destiné à une autre partie du journal dans lequel nous publions celui-ci.

DUBY.

SUR L'ÉQUIVALENCE DU TRAVAIL MÉCANIQUE ET DE LA CHALEUR.

REVUE DE RECHERCHES EXPÉRIMENTALES.

La chaleur rayonnante et la lumière présentent des rapports si frappants qu'on attribue généralement à la même cause ces deux ordres de phénomènes et qu'on les explique à peu près exclusivement, aujourd'hui, par la théorie de l'ondulation. Il est même très-probable que la lumière n'est qu'un cas particulier de la chaleur, et que les rayons lumineux sont de simples rayons calorifiques qui jouissent seulement de la propriété d'ébranler la rétine. Ces radiations sont dues par conséquent à un mouvement vibratoire soumis aux lois ordinaires de la mécanique, et la théorie de Fresnel en rend parfaitement compte.

Mais il reste à expliquer les phénomènes calorifiques qui ne sont pas relatifs au rayonnement, et qui se passent dans l'intérieur des corps. Si la chaleur n'est qu'une force motrice ordinaire et non pas un fluide, tous les phénomènes que produit cet agent doivent s'expliquer aussi bien que le rayonnement par les lois ordinaires de la mécanique, par des mouvements vibratoires, par exemple. Plusieurs géomètres et physiciens consacrent aujourd'hui leurs travaux au développement d'une théorie de ce genre, qu'ils désignent sous le nom de *théorie mécanique* ou *dynamique de la chaleur*. Les applications pratiques de ces idées à beaucoup de questions industrielles, aux machines à vapeur, aux nouvelles machines à air chaud, ajoutent encore de l'actualité à des recherches qui possèdent déjà un si haut intérêt scientifique.

Nous n'avons pas l'intention d'examiner ici les savants mémoires purement analytiques qu'ont publiés M. Clausius, M. Mayer, en Allemagne, M. Rankine, M. Thomson, en Angleterre, etc., nous allons chercher à donner une idée des preuves expérimentales qui viennent confirmer la théorie dynamique de la chaleur. Nous aurons principalement à parler des mémoires de M. Prescott Joule.

La théorie mécanique de la chaleur a déjà été proposée anciennement, mais elle a fait de grands progrès dans ces dernières années. Elle consiste à admettre que les molécules des corps sont douées d'un mouvement vibratoire qui est la cause de tous les phénomènes calorifiques. « Quant aux détails, disait M. Joule en 1845[1], cette théorie présente encore de nombreuses incertitudes. La belle idée de Davy, que la chaleur des fluides élastiques dépend en partie d'un mouvement des particules autour de leur axe, n'a pas jusqu'ici attiré l'attention autant qu'elle me semble le mériter. Je crois que l'on pourrait expliquer beaucoup de phénomènes en la combinant avec la grande découverte électro-chimique de Faraday, qui a montré que chaque atome est associé avec la même quantité absolue d'électricité. Supposons que ces atmosphères électriques douées, jusqu'à un certain point, des propriétés ordinaires de la matière, tournent avec une grande rapidité autour de leurs atomes respectifs, et que cette rapidité de rotation détermine ce que nous appelons la *température*. Dans les fluides aériformes nous pouvons supposer que l'attraction des atmosphères par leurs atomes respectifs et celles des atomes les uns pour les autres sont inappréciables pour toutes les pressions sous lesquelles la loi de Mariotte ou de Boyle

[1] *Philosophical Magazine*, tome XXVI, page 382.

est applicable, et que par conséquent la force centrifuge des atmosphères tournantes est la seule cause de l'expansion qui accompagne une diminution de pression. En raisonnant de cette manière, on explique facilement la loi de Mariotte sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse, peu probable, d'une répulsion qui diminuerait suivant une loi différente de celle du carré de la distance. Les phénomènes décrits dans ce mémoire, ainsi que beaucoup de phénomènes thermo-chimiques, s'accordent avec cette théorie; et pour l'appliquer à la radiation, il suffira d'admettre que les atmosphères électriques tournantes possèdent à un plus ou moins haut degré, suivant les circonstances, le pouvoir d'exciter des ondulations isochrones dans l'éther que l'on suppose remplir l'espace[1]. »

Nous ne discuterons pas ces hypothèses, et nous ne rechercherons pas s'il serait convenable de les modifier : quoi qu'il en soit, en effet, s'il est vrai que les phénomènes de chaleur sont dus à des mouvements vibratoires des molécules produits par une force motrice, il doit en résulter certaines conséquences que l'on peut contrôler expérimentalement. On sait que, dans beaucoup de cas, on peut développer de la chaleur par une action mécanique telle que le frottement, la percussion, la compression, etc. Dans la théorie mécanique cela signifie que la force motrice qui produit ces actions est employée en partie à augmenter le mouvement vibratoire des molécules, c'est-à-dire à développer de la chaleur dans les corps sur lesquels elle agit. Réciproquement la

[1] M. Joule continue en exposant quelques conséquences de cette théorie appliquée aux machines à vapeur. Nous renvoyons pour ce sujet à l'extrait du mémoire de M. Lissignol sur la machine Ericson. (*Archives des Sc. phys. et natur.*, novembre 1853, tome XXIV, p. 211 et suivantes.)

chaleur peut produire du travail mécanique, par exemple, par la dilatation des corps, l'expansion des vapeurs, etc. Dans la théorie dynamique cela signifie que la force motrice qui mettait les molécules en mouvement se transforme en travail mécanique ordinaire. En d'autres termes, tous ces phénomènes ne sont qu'un gain ou une perte de force vive, faits par la force motrice qui existe dans le corps dont la température change, et qui produit le mouvement de ses molécules, et ce gain ou cette perte, en vertu des lois de l'inertie, doivent être compensés par une dépense ou un accroissement de force motrice extérieure.

S'il en est ainsi, il en découle les conséquences suivantes :

En premier lieu, que lorsqu'on transforme de la force motrice en chaleur, ou *vice versâ*, les quantités de travail mécanique et de chaleur doivent être proportionnelles. M. Joule appelle *équivalent mécanique de la chaleur*, la quantité de travail mécanique qui est nécessaire pour développer une unité de chaleur; ou, ce qui revient au même, la quantité de travail qu'une unité de chaleur peut produire. Quel que soit le procédé que l'on employera pour opérer la conversion, on trouvera pour l'*équivalent* une valeur constante.

En second lieu, on observera une perte de chaleur dans un appareil toutes les fois qu'il y aura production apparente de force motrice; mais si l'on modifie l'appareil de manière à ce qu'il n'y ait pas de travail produit, il n'y aura pas non plus de chaleur perdue.

Nous allons voir que l'expérience vient confirmer ces conclusions.

Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur.

M. Joule a recherché la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur par plusieurs procédés, basés sur les différents moyens que l'on peut employer pour développer de la chaleur par une action mécanique. Nous allons passer rapidement en revue ces travaux.

Electro-magnétisme[1]. — Un courant électrique qui traverse un fil métallique y développe une certaine quantité de chaleur. Les courants d'induction possèdent, dans certains cas, la même propriété. Ainsi les courants d'une machine électro-magnétique échauffent la spirale mobile où ils se développent.

L'appareil que M. Joule a construit pour l'étude de ces phénomènes était disposé de la manière suivante. Une pièce de fer entourée d'un long fil de cuivre en spirale, formant par conséquent un véritable électro-aimant, était entièrement plongée dans un tube en verre, rempli d'un poids connu d'eau et hermétiquement fermé. Les changements de température de cette eau permettaient de calculer les quantités de chaleur développée dans l'électro-aimant. Le tout était fixé à angle droit à un axe vertical en bois, auquel on pouvait donner un mouvement de rotation par le moyen d'une roue et d'une manivelle : l'électro-aimant participait naturellement au mouvement de l'axe. Les deux extrémités du fil de cuivre qui sortaient du tube de verre étaient mises en communication avec un

[1] *Philosophical Magazine*, tome XXIII, p. 263, 347 et 435. Un extrait de ce mémoire a été publié dans l'excellente revue des travaux étrangers des *Ann. de Chimie et de Phys.*, tome XXXIV, page 504.



galvanomètre au moyen d'un commutateur à mercure qui ne gênait pas la rotation de l'électro-aimant.

Maintenant, en disposant d'une manière convenable un grand aimant en fer à cheval, la rotation de l'aimant mobile pouvait s'effectuer entre les pôles du premier. On pouvait se servir à volonté d'aimants en fer à cheval de puissances différentes, et employer, à cet effet, tantôt des aimants d'acier, tantôt des électro-aimants.

M. Joule a étudié d'abord avec soin les effets calorifiques que l'on obtient par les courants induits dans le petit électro-aimant mobile, sous l'influence de différents aimants en fer à cheval fixes. Puis il a examiné les résultats auxquels on parvient en répétant les mêmes expériences avec cette seule différence, que l'on faisait passer un courant voltaïque ordinaire dans la spirale de l'électro-aimant mobile. Suivant le sens de la rotation que l'on imprimait mécaniquement à l'axe, le mouvement était facilité ou entravé par ce nouveau courant; on pouvait même disposer l'appareil de manière à ce qu'il devînt un véritable appareil moteur électro-dynamique, c'est-à-dire que la roue se mît en mouvement sous l'influence seule des courants. L'auteur a reconnu certaines lois que l'on peut résumer en disant que la quantité de chaleur développée dans la spirale de l'électro-aimant mobile est proportionnelle au carré du courant, qu'il soit direct ou induit. Or, puisque le mouvement de rotation que l'on donne à la machine, produit, augmente ou diminue le courant : « *on a dans l'électro-magnétisme un agent capable de détruire ou de créer de la chaleur par de simples moyens mécaniques.* »

Maintenant, pour appliquer ce procédé à la détermination de l'équivalent mécanique il suffisait de mesurer le travail mécanique employé à mettre la machine en mouve-

ment, et à le comparer avec la quantité de chaleur que ce travail produit par l'intermédiaire de l'électro-magnétisme. On faisait cette estimation en donnant le mouvement à la roue au moyen de poids qui agissaient sur elle par l'intermédiaire de cordons et de poulies ; le produit du poids par la hauteur de chute exprime le travail mécanique dépensé.

Nous ne nous arrêterons pas à indiquer les nombreuses corrections qu'il faut appliquer au résultat de ces expériences. Il faut observer, en effet, que ce procédé est trop compliqué, trop indirect pour qu'il soit permis d'espérer des déterminations rigoureusement exactes ; il importe seulement de savoir si la valeur qui a été trouvée ainsi s'accorde, dans la limite, assez étendue ici, des erreurs d'observation, avec les résultats des expériences dont nous allons bientôt parler.

Par ce procédé de l'électro-magnétisme, M. Joule a trouvé en moyenne que : « *La quantité de chaleur capable d'élever de* 1° *Fahr. la température d'une livre d'eau peut être convertie en une force mécanique capable d'élever* 838 *livres à une hauteur perpendiculaire de* 1 *pied.* » Cette première valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur est donc 838 en mesures anglaises.

Condensation et raréfaction de l'air[1]. — On sait que si l'on comprime de l'air, il se dégage une quantité considérable de chaleur, et, inversement, que lorsque l'air se raréfie, il y a généralement absorption de chaleur. M. Joule a déterminé les quantités de chaleur que l'on développe en

[1] *Philosophical Magazine*, tome XXVI, 3me série, p. 369. — Un extrait de ce mémoire a été publié dans les *Ann. de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XXXV, p. 118.



comprimant l'air au moyen d'une pompe, et il les a comparées au travail qu'il fallait employer pour cette opération. Son appareil se composait essentiellement d'une pompe de condensation placée directement au-dessus d'un récipient en cuivre. La pompe et le récipient étaient entièrement plongés dans un réservoir plein d'eau servant de calorimètre protégé des courants d'air par un autre vase concentrique. La pompe était alimentée avec de l'air desséché, qui prenait une température connue en traversant un serpentin placé dans de l'eau. On comprimait l'air dans le récipient jusqu'à une pression de vingt-deux atmosphères environ, et on observait l'accroissement de température de l'eau du calorimètre. Le dégagement de chaleur observé était dû, d'une part, à la condensation de l'air, et, d'autre part, au frottement du piston et au mouvement de l'eau que l'on agitait pour en mélanger les couches. On appréciait la chaleur provenant de ces deux dernières sources en faisant une seconde expérience *à blanc*, c'est-à-dire en mettant la pompe en mouvement pendant le même temps, mais sans permettre que l'air y pénétrât.

Quant au travail employé pour effectuer la compression, on l'évaluait en mesurant par les moyens ordinaires la quantité de gaz que contenait le récipient à la fin de l'expérience; puis, comme on connaissait la capacité du récipient, il était facile d'en déduire la pression à laquelle il se trouvait. On calculait alors le travail qu'aurait produit ce gaz si on l'eût laissé se dilater librement jusqu'à la pression de l'atmosphère, quantité de travail évidemment égale à celle qui avait été nécessaire pour effectuer la compression.

Deux séries d'expériences, différant l'une de l'autre par la pression que l'on atteignait, ont conduit aux valeurs

moyennes suivantes pour l'équivalent mécanique en mesures anglaises :

Première série.	823
Deuxième série	795

Pour faire l'expérience par raréfaction, on comprimait à l'avance l'air dans un récipient placé dans un vase calorimétrique. On ouvrait un robinet et l'air s'échappait dans l'atmosphère après avoir traversé un serpentin plongé dans l'eau du calorimètre. On déterminait le changement de température, et on mesurait la quantité de gaz qui était contenu dans le récipient en le recueillant sur la cuve à eau. On calculait le travail produit par l'expansion de l'air comme on avait calculé précédemment le travail employé pour la compression.

On a trouvé les valeurs moyennes suivantes pour l'équivalent mécanique, dans trois séries qui ne diffèrent que par la pression à laquelle l'air avait été soumis :

Première série.	820
Deuxième série.	814
Troisième série	760

Les valeurs que M. Joule a trouvées par le procédé de la condensation et de la raréfaction de l'air présentent un accord satisfaisant avec le chiffre 838 qui résultait des expériences électro-magnétiques ; les différences peuvent s'expliquer par des erreurs d'observations qui ont une grande influence dans des expériences aussi délicates.

Passage de l'eau dans des tubes étroits[1]. — M. Joule a fait voir que l'eau développe de la chaleur par son passage à travers des tubes étroits. Son appareil consistait en

[1] *Philos. Magaz.*, 3me série, tome XXIII, p. 442.

un piston percé d'un certain nombre de petits trous, que l'on mettait en mouvement dans un vase de verre cylindrique contenant environ 7 livres d'eau. La valeur de l'équivalent obtenue par ce procédé est **770**.

Frottement. — Enfin, dans des recherches qui datent de **1845** et **1847**[1], M. Joule avait déterminé l'équivalent mécanique en développant de la chaleur par le frottement produit par le mouvement d'une roue à palettes plongeant successivement dans de l'eau, de l'huile de baleine et du mercure. (Nous reviendrons bientôt sur ce procédé.) Il trouva ainsi les chiffres suivants :

Par la friction	de l'eau.	**781,5**
»	de l'huile de baleine.	**782,1**
»	du mercure.	**787,6**

Les résultats de toutes ces recherches sont assez concordants pour montrer qu'il y a une relation d'équivalence entre la chaleur et la force motrice ; pour s'en convaincre, il suffit de réfléchir qu'en dehors de la théorie mécanique il n'y aurait aucune raison pour que ces chiffres ne fussent pas totalement différents les uns des autres.

Mais, quoique faites avec soin, toutes les expériences ne présentent pas autant de précision que la science permet d'en apporter. Aussi M. Joule a entrepris de nouvelles recherches[2] pour arriver à la valeur réelle et

[1] *Phil. Magaz.*, 3me série, tome XXVII, p. 205, et tome XXXI, p. 173. — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, tome XXV, p. 309.

[2] *Philosophical Transactions*, 1850 ; Part I, p. 61. — *Philos. Magaz.*, tome XXXV, p. 533. On trouve un extrait de ce mémoire avec planche dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XXXV, p. 121, et une traduction allemande dans les *Annales de Poggendorff*, 1854, n° 4.

exacte de l'équivalent mécanique de la chaleur. Pour opérer cette détermination nouvelle, il a choisi le procédé du frottement qu'il a appliqué à l'eau, au mercure et à la fonte de fer.

Les trois thermomètres qui ont servi dans ces expériences avaient été calibrés par les procédés que M. Regnault a indiqués, et, bien que construits par des artistes différents, ils s'accordaient à un centième de degré Fahr. près. Les valeurs de leurs échelles arbitraires avaient été obtenues par la comparaison avec un thermomètre étalon.

L'appareil destiné à la friction de l'eau consistait en un vase en cuivre, plein d'eau, dans lequel tournait une roue à palettes en laiton, portant huit couples de vannes qui se mouvaient entre quatre vannes fixes adaptées à l'intérieur du vase ; ces dernières vannes étaient destinées à gêner le mouvement imprimé à l'eau par la roue et à augmenter le frottement. L'axe de la roue, qui était vertical, se mouvait librement, mais sans secousse, sur ses supports. La tige de laiton qui formait cet axe, était coupée au dehors du vase, et les deux parties étaient séparées par une pièce de bois pour arrêter la chaleur qui aurait pu s'échapper si l'axe eût été bon conducteur. Pour protéger l'eau de l'action de l'air ambiant, le vase était fermé par un couvercle percé de deux tubulures, dont l'une donnait passage à l'axe de la roue et l'autre à la tige du thermomètre.

L'appareil destiné à la friction du mercure différait du précédent par le nombre des vannes, et parce que la roue était en fer forgé et le vase en fonte de fer.

Enfin, pour la friction de la fonte de fer, la roue était remplacée par un disque en fonte dont le bord taillé en biseau venait frotter contre le bord également taillé en biseau d'un second disque fixe que l'on pressait plus ou



moins contre le premier, au moyen d'un levier manœuvré à la main. Les deux disques étaient baignés dans du mercure dont on prenait la température.

Le mécanisme destiné à mettre ces appareils en mouvement se composait d'un cylindre fixé à l'axe de rotation et dans son prolongement. Deux fils fins s'enroulaient, par une de leurs extrémités, sur le cylindre, et par l'autre sur deux poulies, ou, pour mieux dire, sur les roues de deux petits treuils, bien travaillés, dont les tourillons d'acier reposaient sur les jantes croisées de quatre roues mobiles comme dans une machine d'Atwood. Le diamètre de la roue de ces treuils était de 1 pied, et sur leurs cylindres s'enroulaient des cordons auxquels étaient suspendus des poids en plomb qui mettaient les treuils et, par conséquent, tout l'appareil en mouvement.

L'appareil de friction reposait sur un support en bois percé de nombreuses fentes, afin de diminuer les points de contact. Un écran séparait l'observateur du vase calorimétrique.

La marche de l'expérience était très-simple. La température de l'appareil de friction ayant été déterminée, on remontait les poids en enroulant les fils, et on mesurait leur hauteur au moyen d'une règle graduée en bois. Puis on laissait descendre les poids qui mettaient l'appareil en rotation jusqu'à ce qu'ils eussent atteint le sol du laboratoire (la hauteur de leur chute était de 63 pouces environ). On remontait alors les poids, puis on les laissait descendre de nouveau ; l'on répétait cette opération vingt fois. L'expérience se terminait par une nouvelle observation de la température.

Une partie du changement de température que l'on observe est dû au rayonnement, au contact de l'air, etc.

Pour déterminer la correction relative à ces effets, immédiatement avant ou après chacune des expériences, on en faisait une seconde, durant le même temps que la première, exactement dans les mêmes conditions, et en différant seulement parce qu'on laissait l'appareil au repos, et qu'il n'y avait par conséquent pas de friction.

M. Joule a fait avec ces appareils cinq séries d'expériences.

La première se compose de quarante expériences sur l'eau[1].

[1] Nous allons indiquer les données principales de cette première série, et montrer par cet exemple comment on effectuait les calculs :

Friction de l'eau. — Poids des deux poids de plomb, y compris la partie du cordon qui se déroulait, 203066 grains et 203086 grains. — Vitesse de chute des poids, 2^{po},42 par seconde. — Durée de chaque expérience, 35'.

Résultats moyens des quarante expériences où l'appareil était en rotation :

Hauteur de chute des poids, 1260$^{po.}$,248. — Excès de la température moyenne de l'appareil sur l'air ambiant, —0°,305075. — Accroissement de température de l'appareil, 0°,575250.

Résultats moyens des quarante expériences sur la radiation, l'appareil étant au repos :

Excès de la température moyenne de l'appareil sur l'air ambiant, —0°,322950. — Accroissement de température de l'appareil, 0°,012975.

On peut conclure des quarante expériences sur la radiation seule que, pour chaque degré de différence entre la température de l'air ambiant et celui de l'appareil, la température de l'appareil varie de 0°,04654.

Par conséquent, comme l'excès de la température de l'atmosphère sur celui de l'appareil était de 0°,32295 dans la moyenne des expériences sur la radiation, et de 0°,305075 seulement dans la moyenne des expériences sur la friction, l'on doit ajouter 0°,000832 à la différence entre 0°,57525 et 0°,01295, et le résultat 0°,563107

La seconde de vingt expériences sur le mercure.

La troisième de trente expériences sur le mercure, en employant des poids moins lourds.

exprimera l'effet calorifique approché de la friction. Mais il faut appliquer une petite correction à cette quantité, parce que la moyenne des températures de l'appareil au commencement et à la fin de l'expérience a été prise pour la véritable température moyenne, ce qui n'est pas exactement le cas, car l'élévation de température est un peu moins rapide vers la fin de l'expérience. La température moyenne de l'appareil doit être considérée comme de 0°,002184 trop haute, ce qui diminuera l'effet de l'atmosphère de 0°,000102. Cette quantité, ajoutée à 0°,563107, donne 0°,563209 comme le véritable accroissement moyen de température dû à la friction de l'eau.

La capacité calorifique du vase de cuivre a été calculée d'après les données de M. Regnault; celle de la roue à palettes d'après sa composition chimique; on a obtenu ainsi pour la capacité calorifique totale :

Eau................	93229,7
Cuivre (valeur en eau)..	2430,2
Laiton (valeur en eau) ..	1810,3
Total.........	97470,2

On déduit de là que la chaleur totale développée était de 1° Fahr. dans 7,842299 livres d'eau.

Le calcul de la force employée à la production de cette quantité de chaleur se fait de la manière suivante : La somme des poids étaient de 406152 grains, mais il faut retrancher le frottement des poulies, l'effet de la rigidité du cordon ; on a apprécié ces effets en liant les poulies avec un fil s'enroulant sur un cylindre de même diamètre que celui de l'axe de la roue. Dans ces circonstances, le poids que l'on devait ajouter à l'un des poids de plomb pour les maintenir dans un mouvement uniforme était de 2955 grains. Pour obtenir le même résultat en ajoutant un poids à l'autre poids en plomb, il fallait 3055 grains. Déduisant 168 grains pour le frottement de l'axe du cylindre, de 3005, moyenne des nombres ci-



La quatrième de dix expériences sur la fonte de fer.

La cinquième de dix expériences sur la fonte de fer en employant des poids moins lourds[1].

Le tableau suivant indique les résultats : on y trouvera la valeur de l'équivalent en mesures anglaises et en mesures françaises ; les premières colonnes indiquent les résultats directs des expériences ; les dernières ces résultats ramenés par le calcul à ce qu'aurait donné l'observation dans le vide.

Nous avons déjà vu ce que l'on entend par l'équivalent

dessus, on a 2837 grains pour le frottement total. Cette quantité, retranchée du poids des plombs, donne 403315 grains, comme poids employé. La vitesse de chute des poids de plomb, savoir 2,42 pouces par seconde, est équivalente à une hauteur de 0,0076 pouces. Ce nombre multiplié par 20, parce que l'on a remonté vingt fois les poids à chaque expérience, donne 0,152 pouces comme produit, qui, retranché de 1260,248, donne 1260,096 comme hauteur de chute corrigée des poids.

Cette chute d'un tel poids représente un travail équivalent à 6050 livres tombant d'un pied ; et $0,8464 \times 20 = 16,928$ livres à la hauteur d'un pied, ajouté à cette quantité pour la force développée par l'élasticité du cordon après que les poids avaient touché le sol, donne 6067,114 livres à la hauteur d'un pied pour travail moyen corrigé.

De là $\frac{6067,114}{7,842299} = 773,64$ livres, élevé à la hauteur d'un pied, est le travail équivalent à une élévation de 1° Fahr. sur une livre d'eau, d'après les expériences de friction de l'eau.

[1] Dans ces quatre dernières séries sur le frottement du mercure et de la fonte de fer, M. Joule a déterminé directement, par la méthode des mélanges, la capacité calorifique de l'appareil composé principalement de fer et de mercure. Il élevait tout l'appareil à une température déterminée, puis il le plongeait dans un calorimètre à eau. Ces expériences accessoires ont été faites avec beaucoup de soin.



mécanique de la chaleur en mesures anglaises. En mesures françaises c'est le nombre de *kilogrammètres* (kilogrammes élevés à la hauteur d'un mètre) qui exprime le travail mécanique capable d'élever de 1° *centigrade* la température de 1 *kilogramme* d'eau.

Numéros des séries.	Matière employée.	Équivalents dans l'air en mesures		Équivalents dans le vide en mesures	
		anglaises.	françaises.	anglaises.	françaises.
1	Eau	773,640	424,442	772,692	423,921
2	Mercure	773,762	424,509	772,814	423,989
3	Mercure	776,303	425,805	775,352	425.381
4	Fonte de fer...	776,997	426,284	776,045	425,762
5	Fonte de fer...	774,880	425,122	773,930	424,601

M. Joule termine son mémoire en disant :

« Il est extrêmement probable que l'équivalent déduit de la fonte de fer est un peu augmenté par la séparation de particules de métal pendant le frottement, séparation qui ne pouvait pas se produire sans qu'une certaine quantité de force fût dépensée pour vaincre l'attraction de cohésion. Mais comme la quantité de limaille n'était pas assez considérable pour qu'on pût la peser, cette cause d'erreur ne peut pas être très-importante. Je considère que la valeur de l'équivalent 772,692, déduite du frottement, de l'eau est la plus exacte, soit à cause du nombre des expériences qui ont été faites, soit à cause de la capacité de l'appareil pour la chaleur. Et puisque, même dans la friction des liquides, il était impossible d'éviter entièrement une vibration et la production d'un léger son, il est probable que ce chiffre est encore légèrement trop fort.

« Je concluerai donc en considérant comme démontré par les expériences rapportées dans ce mémoire :

« 1° *Que la quantité de chaleur produite par la friction des corps solides ou liquides est toujours proportionnelle à la quantité de force dépensée.*

« 2° *Que la quantité de chaleur capable d'élever de* 1° *Fahr. la température d'une livre d'eau (pesée dans le vide et prise entre* 55° *et* 60° *Fahr.) exige pour son développement une dépense de travail mécanique équivalente à la chute de* 772 *livres tombant de la hauteur d'un pied.* »

Cette valeur de l'équivalent correspond, en mesures françaises, à 423,542 kilogrammètres[1].

Conversion de la chaleur en travail mécanique.

Nous avons dit précédemment que, si le principe de M. Joule est vrai, il doit en résulter que lorsque la chaleur produit du travail mécanique, il y a consommation de chaleur. Nous ne pouvons entrer ici dans l'examen détaillé de tous les cas où cette conversion peut s'effectuer, nous nous bornerons à quelques exemples.

Raréfaction de l'air. — Lorsqu'un gaz se dilate sous l'influence d'une diminution de pression, son expansion est, en général, accompagnée d'un refroidissement. En effet, le gaz, en se dilatant, produit généralement un travail mécanique. Si, par exemple, de l'air comprimé dans un réservoir s'échappe dans l'atmosphère, il est évident

[1] M. Kuppfer, de Saint-Pétersbourg, a calculé par un autre procédé la valeur de l'équivalent mécanique ; c'est en comparant la dilatation des métaux à leur élasticité : cette détermination s'accorde avec les précédentes. (*Poggend. Annalen,* 1852, n° 6. — *Archives des Sciences phys. et natur.*, janvier 1853.)

que, pendant tout le temps de son écoulement, il doit vaincre la pression de l'atmosphère ; ou, si l'on augmente la capacité du réservoir d'air en soulevant un piston, il y a travail produit, car l'air, quelle que soit sa force élastique, presse le piston et le soulève, ou contribue à le soulever. Nous avons vu que cette manière de convertir de la chaleur en force mécanique est une de celles que M. Joule a employées pour la détermination de l'équivalent.

Mais si l'on dispose l'appareil de manière à ce qu'il n'y ait pas de travail produit, alors il n'y aura pas de chaleur perdue, et la raréfaction s'opérera sans refroidissement. C'est ce que M. Joule a obtenu au moyen des dispositions suivantes[1] :

Deux récipients en cuivre de même dimension sont réunis par un tube et un robinet convenablement disposés. Ils sont plongés tous les deux, ainsi que le tube et le robinet, dans l'eau qui remplit un grand vase servant de calorimètre.

La communication étant interceptée entre les deux récipients, on comprime de l'air dans l'un des deux, jusqu'à une pression de 22 atmosphères environ ; on fait le vide dans l'autre. Après avoir agité l'eau du calorimètre et pris exactement la température, on ouvre le robinet et le gaz s'écoule de l'un des récipients dans l'autre, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de pression dans les deux. On agite l'eau de nouveau, et l'on observe la température.

Or, dans ce cas, on reconnaît que l'eau du calorimètre n'a ni perdu ni gagné de la chaleur ; cependant, le gaz a subi une expansion considérable, car il a doublé de volume. Mais comme il ne s'est produit aucun travail, puis-

[1] *Philos. Magaz.*, 3me série, tome XXVI, p. 371 et suivantes.

qu'il n'y a eu aucun mouvement extérieur, il n'y a pas eu dépense de chaleur.

Si, au lieu de plonger les deux récipients dans le même calorimètre, on les place dans deux vases d'eau séparés et qu'on répète l'expérience, on observe une perte de chaleur dans l'appareil où l'air était comprimé, et un gain de chaleur dans l'appareil où l'on avait primitivement fait le vide. Mais le dernier gagne exactement autant que le premier perd. Cela s'explique facilement : en effet, dans le premier récipient, il y a production de travail mécanique; l'air, pour s'échapper, doit comprimer le gaz du second récipient qui, par conséquent, subit une action mécanique.

M. Regnault est arrivé, de son côté, à des résultats tout à fait semblables, qu'il a annoncés à l'Académie[1] :

« De mon côté, depuis longtemps, dit-il, j'ai exposé dans mes cours des idées analogues (à celles de M. Joule, etc.), auxquelles j'avais été amené par mes recherches expérimentales sur les fluides élastiques. Dans ces recherches, je rencontrais, en effet, à chaque instant, des anomalies qui me paraissaient inexplicables dans les théories antérieurement admises. Pour en donner une idée, je citerai quelques exemples parmi les plus simples :

« *Premier exemple.* Une masse de gaz sous la pression de 10 atmosphères est renfermée dans un espace dont on double brusquement la capacité; la pression descend à 5 atmosphères.

« 2° Deux réservoirs, de capacité égale, sont placés dans un même calorimètre, l'un est rempli de gaz sous 10 atmosphères, le second est complétement vide. On établit brusquement la communication entre les deux réser-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, tome XXXVI, page 680.



voirs; le gaz se répand dans un volume double, la pression se réduit de même à 5 atmosphères.

« Ainsi, dans les deux expériences, les conditions initiales et finales du gaz sont les mêmes; mais cette identité de conditions est accompagnée de résultats calorifiques bien différents, car tandis que, dans la première, on observe un refroidissement considérable, dans la seconde le calorimètre ne manifeste pas le moindre changement de température.

« *Deuxième exemple.* Une masse M de gaz traverse, sous la pression de l'atmosphère, un serpentin où elle s'échauffe de 100 degrés, puis un calorimètre dont la température initiale est 0 degré. Elle élève la température de ce calorimètre de t degrés.

« 2° La même masse de gaz traverse, sous la pression de 10 atmosphères, le serpentin où elle s'échauffe à 100 degrés, puis le calorimètre à 0 degré sous la même pression; elle élève la température du calorimètre de t' degrés, et l'expérience montre que t' est très-peu différent de t.

« 3° La même masse de gaz traverse, sous la pression de 10 atmosphères, le serpentin où elle s'échauffe à 100 degrés; mais, en arrivant à l'orifice du calorimètre à 0 degré, ou à un point quelconque de son parcours, le gaz se dilate et descend sous la pression de l'atmosphère; de sorte qu'il sort du calorimètre en équilibre de température avec lui, et en équilibre de pression avec l'atmosphère ambiante. On observe une élévation de température t'' du calorimètre.

« D'après les théories antérieurement admises, la quantité de chaleur abandonnée par le gaz dans l'expérience n° 3, devrait être égale à celle du n° 2, diminuée de la

quantité de chaleur qui a été absorbée par le gaz, pendant l'énorme dilatation qu'il a subie, puisque son volume a décuplé.

« L'expérience donne au contraire pour t' une valeur plus grande que t' et que t. »

MM. Joule et W. Thomson ont aussi fait quelques expériences dans le genre du dernier exemple que cite M. Regnault, c'est-à-dire sur les effets calorifiques de l'écoulement de l'air à travers de petites ouvertures. Comme, de l'aveu même des auteurs, les résultats n'ont pas été parfaitement précis, nous ne nous en occuperons pas [1].

Machines à vapeur. — Les recherches de M. Regnault sur la chaleur de vaporisation de l'eau, ont montré que la chaleur totale de la vapeur d'eau à saturation va en augmentant avec la pression et la température [2]. Or, dans les machines à vapeur, la vapeur possède généralement une tension plus forte lorsqu'elle sort de la chaudière, que lorsqu'elle sort du cylindre, pour se rendre dans le condenseur ou dans l'atmosphère. Il en résulte que la vapeur retient moins de chaleur à sa sortie de la machine, qu'elle n'en possédait à son entrée. Elle a donc perdu, pendant son passage dans l'appareil, une certaine quantité de chaleur, et c'est là la cause du travail qu'elle produit.

Dans une machine à détente, la vapeur qui était d'abord à une pression de 5 atmosphères, par exemple, possédait alors une quantité de chaleur représentée par 653 unités. Elle se détend jusqu'à une atmosphère, par exemple, elle ne retient alors que 637 unités à sa sortie. Il y a donc eu 16 unités de chaleur perdue, ou plus exactement seize unités qui ont été utilisées et converties en

[1] *Philosophical Magazine*, 4me série, tome IV, p. 482.
[2] *Mémoires de l'Institut*, tome XXI.

travail mécanique. C'est ce qui explique le grand avantage économique des machines à détente.

Dans le cas où il n'y a pas détente, il semble peut-être, au premier coup d'œil, qu'il n'y a pas chaleur perdue pendant le passage dans la machine; cependant, il est facile de voir qu'il n'en est pas réellement ainsi. La vapeur qui arrive sous le piston ne le soulève que parce qu'elle se distend, action pendant laquelle elle perd de la chaleur; seulement cette perte de chaleur est immédiatement compensée par la chaudière, où il se reforme une nouvelle quantité de vapeur; et la couche de vapeur qui s'était un instant dilatée, reprend sa tension primitive. La perte de chaleur se trouve donc instantanément réparée par la chaudière. Il se passe quelque chose d'analogue de l'autre côté du piston : la vapeur qui s'y trouve est d'abord à la même température; mais bientôt une partie se condense et le reste passe à une pression inférieure, et subit par conséquent une détente. Il doit en résulter un refroidissement de la vapeur elle-même et une diminution de la contre-pression. Là encore, de la chaleur se convertit en travail mécanique.

L. SORET.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

1. — **Observations sur un passage du mémoire de M. Favre sur les effets thermiques des courants hydro-électriques, par M. Matteucci.** (Extrait d'une lettre à M. le prof. de la Rive.)

M. Favre, dans un mémoire qui vient de paraître dans les *Ann. de Chimie et de Physique*, mars 1854, dit, page 298, que j'étais arrivé à la conclusion *que la quantité de chaleur dégagée par l'oxydation du zinc, sans électricité transmise, était inférieure à celle qui était due à l'effet chimique combiné avec la production du courant électrique.*

Certainement ce n'est pas cette conclusion qui résulte des nombres que j'ai rapportés dans mon mémoire[1]. Dans mes expériences, j'ai mesuré tantôt la chaleur développée par la dissolution d'une quantité donnée de zinc dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, et tantôt la chaleur développée par la même quantité de ce métal communiquant avec un fil de platine dont le diamètre et la longueur étaient différents. L'élévation de température que j'ai trouvée dans le premier cas était + 7°,53 C., et dans le second, dans lequel l'hydrogène s'est dégagé sur le fil de platine, cette élévation était + 7°,80 C. Ces nombres sont les moyennes de plusieurs expériences qui s'accordent bien entre elles. La conséquence de ces expériences est que la chaleur dégagée par l'oxydation du zinc sans électricité transmise, n'était inférieure que d'une très-petite quantité à celle due à cette même action accompagnée par le développement d'un courant électrique. Trompé par la fausse interprétation que j'ai donnée au résultat de mes expériences, que j'ai voulu corriger bien des fois depuis l'époque de cette publication, j'ai cru

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome V, mai 1847.

alors que ces expériences conduisaient à une conclusion contraire à celle que M. Joule a avancée premièrement, et qui est mise aujourd'hui hors de doute par les expériences exactes de M. Favre : en réalité, mes expériences prouvaient que la chaleur dégagée par l'action chimique de la pile et celle développée en même temps par le courant, et due à la résistance variable du fil de platine, étaient à peu près complémentaires entre elles, et que leur somme mesurée, lorsque le zinc était dissous en contact du fil de platine, était très-peu différente de la quantité de chaleur développée par l'action chimique qui n'est pas accompagnée de l'électricité transmise. Il aurait donc été juste, en parlant de mes expériences, de faire remarquer que je m'étais trompé dans leur interprétation, et qu'en réalité ces expériences confirmaient la conclusion très-importante à laquelle M. Joule était parvenu, et que les nouvelles et plus exactes recherches de M. Favre ont mises hors de doute.

Dans le même mémoire, j'ai décrit quelques expériences qui démontrent qu'il y a dans quelques cas d'action chimique et de passage d'électricité dans les conducteurs, un développement de lumière qui a lieu indépendamment de la quantité de chaleur produite en même temps. Malgré les objections trop légèrement soulevées par M. Helmholtz à ce propos, ces expériences devraient être étudiées de nouveau, avant de se presser trop à généraliser dans des phénomènes encore si complexes et obscnrs, un principe de mécanique.

J'ai vu dans le dernier cahier des *Archives* les expériences de Faraday sur les courants induits dans les liquides. Dans le manuscrit de mon livre sur l'induction, magnétisme de rotation, etc., que j'ai envoyé imprimer à Paris, il y a plusieurs jours, j'ai décrit des expériences semblables, dans lesquelles j'étais parvenu au même résultat. Je vois que ce résultat vous paraît appuyer la conductibilité des liquides à la manière des métaux. Quoiqu'il n'existe aucune raison pour ne pas admettre *à priori* cette conductibilité, je remarquerai pourtant que, pour la démontrer expérimentalement, il faudrait prouver qu'il peut y avoir passage d'un courant dans un liquide, sans que, après ce passage, il y ait une polarité secondaire

développée. Or, malgré beaucoup d'expériences que j'ai tentées, je n'ai pu réussir à obtenir ce résultat. D'ailleurs, j'ajouterai que je n'ai pu réussir, tout en employant des électro-aimants tournants très-forts, à exciter le magnétisme par rotation dans les masses liquides très-bonnes conductrices.

Pise, 15 avril 1854.

---

2. — SUR UNE NOUVELLE PROPRIÉTÉ ÉLECTROSTATIQUE. Note du professeur P. VOLPICELLI.

Des expériences réitérées et variées de différentes manières ont fait voir que des corps parfaitement isolés développent, lorsqu'ils viennent à se rapprocher, une tension électrique, tandis qu'en s'éloignant ils en développent une contraire. Il semble que le phénomène lui-même ne peut s'expliquer ni par l'électricité de la terre (dont au reste l'existence, l'origine', la nature et les phases ne sont pas encore suffisamment démontrées), ni par l'électricité que l'on appelle atmosphérique, et que l'on regarde comme une conséquence de la première. En recherchant la cause de ce phénomène, j'ai découvert une propriété électrostatique qui me paraît ne pas encore avoir été observée, et qui s'accorde très-bien avec les théories sur la nature et sur les phases de l'électricité, que M. le professeur R. Hare a exposées dans son savant mémoire intulé : *Objections aux théories de Franklin, Dufay et Ampère; et essai d'une explication des phénomènes électriques par la polarisation statique et ondulatoire*[1]. Il me semble aussi que cette propriété même pourrait confirmer quelques-unes des idées présentées par le professeur Gio. D. Codazza, sur les inductions moléculaires produites par les ondulations longitudinales de l'éther[2].

Lorsqu'une tige isolante, en verre, en cire d'Espagne, en soufre ou en résine pareille à celle des électrophores, et longue d'environ

[1] *Institut*, n° 761, p. 236. — *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome VIII, page 296.

[2] Giornale dell J. et R. Instituto Lombardo di Scienze, lettere ed acti. Milano, 1853. Nuova serie, tome IV, p. 190.



$1^{m},5$, tenue par une de ses extrémités, parcourt, dans le sens de sa longueur, un support isolé ou non (par exemple en glissant à travers un ou plusieurs anneaux en communication ou non avec le sol). l'électricité naturelle de cette tige se distribue par le frottement qui naît du mouvement, d'une manière très-remarquable; c'est-à-dire, pour employer les termes habituels, que l'électricité s'accumule dans une des extrémités de la tige, et diminue en même temps dans l'autre; en sorte qu'il y a un point entre ces extrémités qui se trouve en état d'électricité naturelle, et dans beaucoup de circonstances, que je n'ai pas encore étudiées, déterminent la position. Ainsi les extrémités de la tige se constituent par ce mouvement, l'une en état d'électricité positive, l'autre d'électricité négative, et la tige acquiert par conséquent une polarité électrostatique que l'on reconnaît facilement par le moyen de fils conducteurs qui en réunissent les extrémités, soit à l'électromètre condensateur de Volta, soit à l'électroscope de Bohnenberger, avec les précautions habituelles. La polarité elle-même dépend du sens du mouvement; toujours, dans la même tige, l'extrémité qui marche en avant présente la même électricité de nom contraire à celle que manifeste l'extrémité postérieure.

Si la tige est de verre, par son mouvement, l'extrémité antérieure présente l'électricité positive, et *en même temps*, l'extrémité postérieure présente l'électricité négative. Le contraire a lieu si la tige est en cire d'Espagne, en soufre ou en résine des électrophores, c'est-à-dire que l'extrémité antérieure est négative, l'extrémité postérieure est positive. Les tiges formées de ces substances pour présenter la solidité nécessaire devront avoir un axe en bois dépassant un peu les extrémités, de sorte qu'en tenant la tige par une de ces extrémités, on pourra facilement la faire mouvoir en avant ou en arrière.

Si l'on exerce la friction sur un très-court espace au milieu de la tige idioélectrique, de sorte qu'il n'y ait aucun frottement sur une longueur considérable à partir des extrémités, la polarité se manifeste cependant encore dans ces extrémités elles-mêmes.

En employant un excellent électroscope de Bohnenberger, que m'a-

vait procuré M. Duboscq de Paris, les plus légers mouvements de la tige sur les anneaux étaient suffisants pour que le phénomène se manifestât.

En répétant plusieurs fois le mouvement de la tige, et en enlevant l'électricité de ses extrémités, seulement quand elles marchent dans le même sens, on peut accumuler une grande quantité des deux électricités dans les instruments propres à les recueillir ; on peut ainsi avoir une machine électrique fournissant en même temps l'électricité positive et l'électricité négative.

Donc, de même qu'il y a une polarité électrodynamique, il y a une polarité électrostatique qui se manifeste dans quelques substances isolantes, celles que nous avons nommées, par exemple, lorsqu'on leur donne un mouvement tel que celui que nous avons indiqué. Cependant la gutta-percha, réduite en tiges sans aucune autre préparation, quoique très-isolante, ne m'a présenté aucune polarité dans ce genre d'expérience.

Le phénomène qui fait le sujet de cette communication est accompagné de circonstances qui seront rapportées dans la suite. En attendant, il me semble que l'on doit remarquer l'influence que cette polarité électrostatique peut exercer sur toutes les expériences, depuis celle que M. Nicholson faisait en 1788, jusqu'aux plus récentes, sur le développement d'électricité qui se manifeste, soit par le rapprochement et l'éloignement des corps, pourvu que l'un soit isolé, soit par le simple changement de place de ce dernier. Cet examen, comme on le voit, est rapporté uniquement à la cause même du développement d'électricité qui, quelle qu'elle soit, pourra vérifier le principe que le Dr Palagi a formulé.

---

3. — Sur le principe électrostatique de Palagi et ses expériences. Lettre de M. le professeur Zantedeschi, de Padoue, à M. Quetelet. (*Académie royale de Belgique*, séance du 4 février 1854.)

M. Zantedeschi ramène au principe électrostatique d'induction de Cigna, Beccaria, Volta, les expériences du docteur Palagi relatives



au mouvement vertical et horizontal. Quant au mouvement vertical, il cite quelques expériences qui l'ont conduit à des résultats identiques à ceux de Peltier, Quetelet, Palmiéri, etc. « Dans le cas du mouvement horizontal, ajoute-t-il, en approchant la sphère E isolée, de la sphère D également isolée, la petite feuille de l'électromètre manifesta une tension négative ; et en l'éloignant jusqu'au point de départ elle *rentra dans l'état naturel.* Dans le cas exceptionnel d'une électricité négative de l'air, en approchant la sphère E de la sphère D, la feuille d'or de l'électromètre manifesta une tension positive, et en éloignant la sphère E de la sphère D, la feuille d'or se remit dans la position verticale. *En éloignant, je n'ai point trouvé d'électricité opposée à celle obtenue en rapprochant, mais un retour à l'état neutre.....* Ici encore la théorie prévoit les phénomènes, et les phénomènes observés confirment la théorie. Les deux sphères, bien que soutenues par des isoloirs, participent à l'état électrique de la terre. Avant cette disposition, elles étaient en communication avec le sol et avaient avec lui un état électrique commun. Ayons donc deux corps électrisés négativement, et mettons-les en présence, ils devront, quand on les rapprochera, avoir leurs atmosphères à l'état négatif ; ainsi donc tension négative dans la feuille d'or de l'électromètre au moment de l'approche de la sphère E et de la sphère D, et retour de la feuille d'or à la position verticale, en remettant la sphère E dans sa position primitive ; mais dans le cas des décharges successives, comme dans les électromètres d'Ermann, et en éloignant la sphère E de la sphère D, il doit se manifester une charge positive. La sphère E est enlevée à l'atmosphère électrique négative de la sphère D ; la charge positive de la sphère E se trouve enlevée, on ramène cette sphère en présence de la sphère D, la tension négative doit reparaître, comme l'expérience l'a fait voir en effet, et ainsi de suite. »

---

4. — Sur l'état sphéroïdal de l'eau dans les chaudières, par M. Normanby. (*Philos. Magaz.*, avril 1854.)

Le but de l'auteur est d'appeler de nouveau l'attention sur les accidents fréquents provenant d'explosion de chaudières, dus, suivant



lui, beaucoup plus souvent qu'on ne le pense au soulèvement de l'eau, et à son éloignement du fond de la chaudière par suite de l'état sphéroïdal que prend ce liquide, lorsque la chaleur dépasse une limite donnée. M. Tyndall a constaté dernièrement, d'une manière très-ingénieuse, le fait de l'existence d'un espace très-appréciable entre l'eau à l'état sphéroïdal et le vase qui la renfermait, en montrant que l'espace en question ne livrait pas passage à un courant galvanique[1]. Autrefois les fabricants de machines, et à leur tête M. Perkins, attribuaient l'arrêt qui a été remarqué dans la formation de la vapeur à la suite de l'incandescence des parois de la chaudière, à une alimentation insuffisante d'eau. L'auteur du travail que nous citons a constaté à plusieurs reprises, qu'une chaudière pouvait être chauffée au rouge au bout de quelques minutes en activant suffisamment le feu, lors même qu'elle contenait la quantité d'eau voulue. Il remarque à ce sujet que les renflements métalliques que l'on aperçoit quelquefois dans l'intérieur de certaines chaudières, sont dus évidemment à la pression de la vapeur sur les plaques de fer qui en composent le fond, devenues incandescentes par un feu trop ardent; heureux dans un pareil cas lorsque la chaudière elle-même ne fait pas explosion. M. Perkins fils rend compte d'un fait de même nature arrivé à l'une de ses chaudières garnies de tubes bouilleurs. La chaudière en question, longue de huit pieds, était munie d'une soupape de sûreté de quatre pouces de superficie; l'eau en occupait, comme d'ordinaire, environ les trois quarts. Dans une occasion dont M. Perkins a été lui-même témoin, la vapeur a été produite avec une si grande rapidité par suite de la négligence du chauffeur, que la totalité de l'eau a été soulevée et lancée avec violence à travers la soupape. Dans ce cas l'eau étant chauffée au moyen des tubes bouilleurs et ne se trouvant pas en contact direct avec la surface de la chaudière, il n'en est pas résulté d'explosion proprement dite; mais on ne peut guère douter que, si les mêmes circonstances se fussent présentées avec une chaudière ordinaire, l'immense quantité de vapeur produite

[1] M. Wartmann avait fait la même observation devant M. Tyndall. (R.)

n'eût soulevé l'eau en la maintenant éloignée de la chaudière, reproduisant ainsi en grand l'expérience de M. Boutigny d'Evreux. Il est superflu d'insister sur les dangers qui en seraient résultés.

M. Normanby rend encore compte d'une expérience faite à ce sujet par un ingénieur distingué, M. Gordon, au moyen d'un tube ou cylindre de fer contenant une certaine quantité d'eau, et muni de quatre robinets placés les uns au-dessus des autres, chacun à une hauteur différente. L'eau du cylindre ayant été portée à l'ébullition, on ouvrit successivement les robinets et on obtint le résultat suivant. Les trois robinets supérieurs commencèrent par laisser passer de la vapeur, et le robinet inférieur de l'eau bouillante; mais en activant fortement le feu, on vit bientôt jaillir l'eau bouillante par le robinet supérieur seulement, tandis que les trois robinets inférieurs n'émettaient que de la vapeur, montrant ainsi que l'eau ne se trouvait évidemment plus en contact avec la partie inférieure du cylindre.

L'auteur déduit de ces faits les résultats suivants :

1° Il n'est pas nécessaire, pour produire l'état sphéroïdal, de chauffer la surface d'un vase, avant que d'y introduire le liquide.

2° L'explosion d'un grand nombre de chaudières doit être attribuée à cette cause. Les chaudières qui présentent une grande surface au feu, ainsi que celles qui sont munies de tubes bouilleurs, sont plus particulièrement sujettes à ce genre d'accidents.

---

5. — Description d'un appareil nouveau destiné a produire la respiration artificielle, par M. le docteur W. Marcet. (Extrait du *Medical-Times*.)

Divers moyens ont été employés pour rétablir le jeu des poumons dans les cas d'asphyxie ou d'empoisonnement. Le mode le plus usité jusqu'ici consiste à remplacer l'inspiration par un appareil au moyen duquel on parvient à introduire l'air dans les poumons, en s'en remettant aux contractions spontanées du thorax, aidées au besoin d'une pression artificielle sur la région de la poitrine, pour opérer le phénomène de l'expiration. Ce mode d'expiration est né-

cessairement fort imparfait, surtout s'il est nécessaire de prolonger la respiration artificielle pendant un certain temps. Il en résulte que le volume d'air qui entre dans les poumons à chaque inspiration est souvent insuffisant pour entretenir l'action du cœur. C'est pour parer à cet inconvénient que le docteur Marcet a imaginé un appareil capable à lui seul, et sans l'aide d'aucune pression extérieure, de produire une série d'inspirations et d'expirations successives, propres à rétablir le jeu naturel des poumons, si la vie n'est pas complétement éteinte. L'appareil en question est composé de deux cylindres, ou corps de pompe, du volume d'environ 32 pouces cubes, munis chacun de pistons qu'on fait mouvoir en sens contraire l'un de l'autre, au moyen d'une manivelle, ainsi que cela a lieu dans la machine pneumatique. Deux orifices pratiqués dans la partie inférieure de chaque cylindre sont munis de soupapes, s'ouvrant et se fermant par le jeu de la machine, et destinées à établir ou à interrompre la communication entre chacun des deux cylindres et les poumons d'une part, et, d'autre part, entre ces mêmes cylindres et l'air extérieur. Pour mettre l'instrument en activité, on appuie sur la manivelle comme pour la machine pneumatique; aussitôt le piston de l'un des cylindres descend en chassant devant lui l'air qui y est renfermé, et qui, ne trouvant pas d'autre issue, est forcé de passer dans un conduit spécial qui communique directement avec les poumons. Cet organe recevant ainsi tout l'air refoulé par le piston, se gonfle et la poitrine se soulève, à peu près comme dans le cas d'une inspiration naturelle. Pendant que le piston est descendu dans le premier cylindre, celui du second cylindre est remonté, en produisant par son ascension un vide dans l'intérieur de ce cylindre. L'inspiration étant terminée, ce qui a lieu lorsque chacun des pistons est arrivé à peu près à la fin de sa course, il suffit d'une légère pression sur la manivelle pour lever une soupape et mettre ainsi en communication le second cylindre avec le tube qui conduit aux poumons. Aussitôt, l'air inspiré par ceux-ci se précipite naturellement dans le vide formé, et l'on voit la poitrine s'affaisser, produisant ainsi l'acte de l'expiration, sans l'aide d'aucune pression extérieure. En continuant à faire jouer la manivelle, le

piston du second cylindre descend, en poussant devant lui l'air qui vient d'être expiré, et qui se rend dans une cloche où il pourra être plus tard soumis à l'analyse, tandis que le piston du premier cylindre remonte, en produisant à son tour un vide qui attire aussitôt dans ce cylindre l'air du dehors, destiné à servir à l'inspiration suivante. Il se produit ainsi une suite d'inspirations et d'expirations successives, imitant de très-près ce qui se passe dans la nature.

L'opérateur, après avoir réglé la quantité d'air qui doit servir à chaque inspiration, fait mouvoir la manivelle de son appareil, comme dans le cas de la machine pneumatique, en ayant soin pourtant de laisser un très-court intervalle entre chaque inspiration et l'expiration qui doit lui succéder. Après chaque expiration, cet intervalle doit être nécessairement un peu prolongé, puisqu'on a non-seulement à se débarrasser de l'air vicié qui vient d'être expiré, mais aussi à se pourvoir d'une nouvelle dose d'air qui doit servir à l'inspiration suivante. Cette interruption n'a d'ailleurs aucun inconvénient; elle est, au contraire, conforme à ce qui se passe dans la nature, où chaque expiration est suivie d'un intervalle plus ou moins prolongé.

Pour établir la respiration au moyen de son appareil, l'inventeur introduit ordinairement dans la trachée de l'animal asphyxié, une canule communiquant avec l'un des cylindres, au moyen d'un tube de caoutchouc vulcanisé. Si le *rigor mortis* n'est pas encore survenu ou qu'il soit passé, on n'a qu'à mettre l'appareil en mouvement pour voir aussitôt la poitrine se lever et s'affaisser comme dans la respiration naturelle. Le même résultat a été obtenu dans le cas d'un cadavre humain, en introduisant simplement la canule dans l'une des narines, l'autre narine ainsi que la bouche étant maintenues fermées. L'auteur est parvenu ainsi à introduire dans les poumons 20 à 26 pouces cubes d'air, et au besoin d'oxygène, 18 fois dans une minute. Mais, pour que l'expérience faite de cette manière réussisse sur le corps humain, il est indispensable que les poumons soient à l'état sain, et que le *rigor mortis* ne soit pas encore survenu.

L'auteur rend compte de plusieurs essais faits sur des animaux asphyxiés, soit par un séjour suffisant dans l'eau, soit en leur fai-



sant respirer du chloroforme jusqu'à ce que la respiration eût complétement cessé. Dans la plupart des cas, il est parvenu, au moyen de son appareil, à rétablir la respiration naturelle et à ramener les fonctions vitales à la suite d'une respiration artificielle plus ou moins prolongée. Il n'a pas encore trouvé l'occasion d'en faire l'essai dans des cas d'asphyxie humaine, mais tout fait espérer qu'il pourra aussi être utilisé dans les cas de cette nature, en introduisant simplement la canule dans l'une des narines, ou, au besoin, en pratiquant une ouverture à la trachée, dans les cas où, par suite de quelque action spasmodique de la glotte, le passage de l'air dans les poumons deviendrait trop difficile.

---

6. — SUR UN CHANGEMENT DE REFRANGIBILITÉ DE LA LUMIÈRE, par le prof. STOKES. (*Philos. Trans.* pour 1852, p. 463.)

Nous avons donné dans ce journal la traduction d'un mémoire de sir D. Brewster sur la décomposition et la dispersion de la lumière à l'intérieur des corps solides et des fluides[1]. Ce phénomène, dont la solution est demeurée obscure, vient d'être, de la part du prof. Stokes, l'objet d'une investigation approfondie. Elle l'a amené à l'importante découverte que la coloration des substances présentant ce qu'on nommait la *dispersion épipolique*, résulte de ce que certains rayons obscurs qui suivent le violet dans le spectre, jouissent de la propriété de changer de réfrangibilité en traversant ces substances, et de devenir sensibles à l'œil. Les corps qui possèdent le mieux cette faculté, sont le verre coloré par le peroxyde d'uranium, l'uranite jaune, le nitrate, l'acétate de peroxyde d'uranium, une solution alcoolique de la matière verte colorante des feuilles, une faible solution de l'écorce de marronnier, une faible solution de sulfate de quinine, certaines variétés vertes de spath fluor, une solution de graines de datura stramonium, différentes solutions de tournesol, une décoction de garance dans une solution d'alun, une solution pas trop forte de gaïac dans l'alcool, etc.

Dans l'impossibilité où nous sommes pour le moment de faire

[1] Tome IX, page 118, octobre 1848.

une analyse détaillée de ce long et remarquable travail, nous nous bornerons à en traduire les conclusions. Ce sont les suivantes :

Dans le phénomène de la véritable dispersion interne, il s'opère un changement dans la réfrangibilité de la lumière ; les rayons incidents d'une réfrangibilité définie donnent naissance à des rayons dispersés de réfrangibilités différentes.

La réfrangibilité des rayons incidents constitue une limite supérieure de la réfrangibilité des parties constituantes de la lumière dispersée.

La couleur de la lumière est, en général, changée par la dispersion intérieure. La nouvelle couleur correspond toujours à la nouvelle réfrangibilité. Il est, du reste, absolument indifférent que les rayons incidents appartiennent à la partie visible ou invisible du spectre.

La nature et l'intensité de la lumière dispersée par une solution paraissent être absolument indépendants de l'état de polarisation des rayons incidents. Bien plus, que ceux-ci soient ou ne soient pas polarisés, la lumière dispersée n'offre aucune trace de polarisation : elle paraît émaner également dans toutes les directions, comme si le fluide était lumineux par lui-même.

Le phénomène d'un changement de réfrangibilité se trouve être extrêmement commun, surtout dans les substances organiques les plus ordinaires, chez lesquelles il se manifeste presque toujours, à des degrés plus ou moins grands. Ce phénomène offre des facilités particulières pour l'étude des rayons invisibles du spectre qui sont plus réfrangibles que le violet, et pour celle de l'action absorbante de divers milieux sur ces rayons.

Il constitue un nouveau réactif chimique d'une remarquable sensibilité, qui sera probablement très-utile pour distinguer les composés organiques. En effet, il conduit à reconnaître d'une manière indépendante une ou plusieurs substances douées de dispersion, dans un mélange de composés divers ; il montre de plus, avant que ces substances aient été isolées, dans quels menstrues elles sont solubles, et avec quels agents elles se combinent. Malheureusement, ces observations exigent pour la plupart la lumière du soleil.

Enfin, les phénomènes de la dispersion interne ajoutent une difficulté nouvelle à l'hypothèse d'une différence dans la nature des rayons lumineux, chimiques et phosphorogéniques, tandis qu'ils sont d'accord avec la supposition que la luminosité, les actions chimiques et la phosphorescence ne sont que des effets différents d'une même cause. Si les rayons phosphorogéniques de l'étincelle électrique sont interceptés par le verre, cela provient simplement de ce que ce sont des rayons d'une réfrangibilité excessivement grande, mais qu'il n'y a aucun lieu de supposer être différents des rayons de lumière.

---

7. — Note sur le développement d'électricité qui accompagne la combustion, par M. J. Gaugain. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 17 avril 1854.)

Le développement d'électricité qui accompagne la combustion a été étudié par un grand nombre de physiciens dont je ne puis ici rappeler les travaux; mais, jusqu'à présent, cette source d'électricité ne me paraît pas avoir été envisagée d'une manière complétement exacte : les observations que je vais rapporter ne me semblent pas laisser de doute sur sa véritable nature.

§ 1. — *Electricité produite par la combustion du charbon.*

On sait depuis longtemps que, pendant la combustion, le charbon prend l'électricité négative, et que l'air ambiant prend l'électricité positive; mais personne n'a indiqué d'une manière précise la condition qu'il faut remplir pour recueillir l'une ou l'autre des deux électricités. Suivant M. Pouillet, dont les recherches m'ont servi de point de départ, il suffirait, pour obtenir des résultats constants et réguliers, de *séparer autant que possible le corps comburant du corps combustible*, et, pour cela, il serait indispensable de donner au charbon sur lequel on opère la forme d'un cylindre dont les bases soient à peu près planes; de placer verticalement ce cylindre et de l'allumer seulement à sa base supérieure. Suivant M. Matteucci, ces dispositions sont sans importance; on

peut obtenir des signes d'électricité très-marqués avec des chaabons de forme tout à fait irrégulière et même avec des charbons creux allumés dans leur intérieur. M. Matteucci, d'ailleurs, n'a pas indiqué lui-même comment on doit opérer, pour charger à coup sûr le condensateur d'une espèce déterminée d'électricité ; je vais indiquer une méthode qui permet d'atteindre ce résultat.

Je suppose d'abord qu'on veuille recueillir l'électricité résineuse ; pour cela, je prends un charbon allumé de forme quelconque, et je le mets en communication avec le plateau supérieur du condensateur ; puis, à 2 ou 3 millimètres de la surface enflammée, je dispose une spirale de platine ou un conducteur de tout autre nature que je mets en communication avec le sol ; j'active pendant quelques instants la combustion au moyen d'un soufflet, puis, lorsque le charbon est bien enflammé, je mets de côté ce soufflet, et je mets le plateau inférieur du condensateur en communication avec le sol. En opérant ainsi, on obtient toujours une charge d'électricité résineuse, pourvu qu'on ait eu soin de choisir un charbon conducteur ; la forme et la position du charbon sont indifférentes conformément à l'observation de M. Matteucci, le succès de l'expérience dépend uniquement de la communication établie entre le sol et la couche d'air chaud qui enveloppe le charbon incandescent.

Quand on fait brûler le charbon dans l'intérieur d'un flacon rempli d'air ou d'oxygène et qu'on essaie, comme le faisait Davy, de charger le condensateur, en le mettant simplement en communication avec le charbon au moyen d'un fil métallique isolé, on n'obtient pas du tout de signes d'électricité ; mais ce résultat négatif n'est dû à aucune des causes qui lui ont été assignées, il vient uniquement de ce que Davy n'établissait pas de communication entre le sol et l'oxygène ; quand cette communication existe, la combustion dans l'oxygène donne exactement les mêmes résultats que la combustion à l'air libre.

Lorsqu'on veut recueillir l'électricité vitrée de l'oxygène ou de l'air, il est clair qu'il suffit de renverser l'ordre des communications indiquées plus haut, de mettre le charbon en communica-



tion avec le sol, et l'oxygène ou l'air en communication avec le condensateur.

Les physiciens qui ont étudié avant moi l'électricité produite par la combustion du charbon, paraissent croire que la charge du condensateur s'opère graduellement et augmente à mesure que la combustion se prolonge; j'ai trouvé, au contraire, que l'on obtient en un instant toute la charge qu'il est possible d'obtenir.

J'ai constaté aussi que la quantité d'électricité recueillie sur les plateaux du condensateur croît rapidement avec l'étendue superficielle de ces plateaux; pour établir ce dernier fait, je suis la marche indiquée dans ma note sur les couples gazeux. (*Comptes rendus*, 17 octobre 1853.)

§ II. — *Electricité produite par la combustion du gaz.*

Comme tous les gaz et toutes les vapeurs donnent les mêmes résultats, je me suis borné à étudier le développement d'électricité produit par la flamme de l'alcool.

Pour obtenir l'électricité résineuse, il ne suffit pas de mettre l'intérieur de la flamme en communication avec le condensateur, il est indispensable d'établir en même temps une communication entre le sol et l'air chaud qui enveloppe la flamme; réciproquement, pour obtenir une charge d'électricité vitrée, il faut tout à la fois mettre l'air chaud en communication avec le condensateur, et l'intérieur de la flamme en communication avec le sol. La nécessité de ces doubles communications a déjà été signalée par M. Matteucci, et sur ce point mes observations ne font que confirmer les siennes; mais je n'ai pas trouvé, comme le savant Italien, que l'intensité des effets obtenus dépendît de la nature des conducteurs employés. Suivant M. Matteucci, les signes électriques seraient beaucoup plus manifestes avec le platine platiné qu'avec tout autre métal; j'ai trouvé, au contraire, que les résultats étaient sensiblement les mêmes avec toute espèce de conducteurs. Quand on veut charger le condensateur d'électricité résineuse, on peut se servir, pour établir la communication entre le sol et l'air chaud, non-seulement d'un métal quelconque, mais d'un morceau de charbon, d'un linge mouillé ou de tout autre conducteur; seulement, si l'on em-

ploie un conducteur imparfait, la charge est naturellement atténuée.

J'ai constaté, d'ailleurs, que la charge d'électricité fournie par une flamme atteint en un instant son maximum; que la quantité d'électricité recueillie augmente avec la surface des condensateurs employés; enfin, que plusieurs flammes disposées en batterie, à la suite les unes des autres, donnent une charge croissante avec le nombre des flammes.

§ III. — *Examen des diverses théories proposées.*

M. Matteucci attribue toujours à la décomposition de l'eau l'électricité qui se manifeste pendant la combustion; dans le cas de la combustion du charbon, il suppose que l'hydrogène que renferme toujours le charbon commun, brûle avec ce charbon et forme de l'eau, puisque cette eau est décomposée par le charbon incandescent. Il appuie cette interprétation sur les résultats négatifs que Davy a obtenus en faisant brûler du charbon dans l'oxygène pur; mais, d'une part, il paraît difficile d'admettre que l'eau formée par la combustion de l'hydrogène en présence du charbon incandescent puisse être décomposée par ce même charbon, sans que rien ait été changé aux circonstances dans lesquelles elle s'est produite, et, d'un autre côté, les résultats négatifs obtenus par Davy tiennent à une tout autre cause que celle qui leur est assignée par M. Matteucci. Dans le cas de la combustion d'un gaz, M. Matteucci suppose que les deux conducteurs placés dans l'air et dans le gaz combustible constituent un élément à gaz de Grove, que cet élément décompose la vapeur d'eau qui vient de se former; il fait valoir à l'appui de son opinion un argument tiré de l'intensité plus grande des effets obtenus avec le platine platiné; mais cet argument me paraît reposer sur une observation inexacte, et il me semble, en outre, difficile d'admettre qu'il puisse y avoir formation et décomposition d'eau dans l'intérieur d'une flamme. Ces diverses raisons me portent à regarder comme peu vraisemblables les interprétations de M. Matteucci.

Il me semble beaucoup plus naturel de rattacher directement à la combustion le développement de l'électricité conformément aux



vues de M. Pouillet; mais il me paraît impossible d'admettre avec ce physicien que les deux électricités développées peuvent se recombiner complétement si le corps combustible et le gaz provenant de la combustion ont un contact prolongé. De l'ensemble des faits que j'ai cités, il me paraît résulter nettement qu'un corps en combustion est une source d'électricité tout à fait analogue au couple hydro-électrique (zinc et eau acidulée); et de même que dans ce dernier couple les deux électricités développées ne se recombinent pas entièrement et sont maintenues à un état de tension déterminé par une force particulière résultant du contact du métal et de l'acide, de même, dans le cas de la combustion, il me paraît impossible d'expliquer pourquoi le combustible et l'oxygène restent en présence chargés d'électricités contraires et conservent des tensions déterminées, sans faire intervenir une force particulière résidant dans la surface de contact. Quant à la cause qui produit la séparation des deux électricités, on peut l'envisager de deux manières : on peut la placer, comme le fait M. Pouillet, dans l'acte même de la combustion; mais on peut admettre aussi (et cette manière d'envisager les faits me paraît la plus simple) que les deux électricités sont séparées par la même force qui s'oppose ultérieurement à leur réunion, par cette action de présence dont je viens de parler, ce qui revient à dire, suivant l'expression de Faraday, que la force électromotrice et l'affinité chimique sont une seule et même force envisagée sous deux points de vue différents.

Quoi qu'il en soit de l'exactitude de ces vues théoriques, il résulte de mes recherches que les corps en combustion sont des sources électriques complétement analogues aux piles hydro-électriques.

---

8. — Sur la loi de l'induction des substances paramagnétiques et diamagnétiques, par M. Plucker. (*Ann. der Physik und Chemie*, 1854, n° 1.)

Dans ce travail important, M. Plucker rappelle le principe qu'il avait déjà établi, à savoir que *le magnétisme spécifique est une fonction de l'intensité de la force inductrice*, entendant par ma-



gnétisme aussi bien l'effet répulsif (diamagnétisme), que l'effet attractif (magnétisme) exercé par l'aimant sur les diverses substances. Puis il cherche, à la suite de considérations physico-mathématiques, à représenter par une formule générale le magnétisme spécifique de l'atome de la substance quelconque que l'on examine. Sans nous arrêter pour le moment à l'étude de ce point théorique délicat, sur lequel nous avons déjà énoncé dans ce recueil[1] une opinion détaillée, nous passons immédiatement à l'exposition des faits nouveaux observés et décrits par le savant physicien allemand.

Avant d'exposer les résultats de ses recherches, M. Plucker parle d'un procédé permettant, selon lui, de mesurer directement l'intensité magnétique. Ce procédé n'a pas encore reçu d'exécution, mais M. Plucker, qui l'a inventé de concert avec l'habile mécanicien M. Fissel, lui accorde une grande confiance; voici en quoi il consiste :

Deux aimants de force égale, en acier trempé, sont placés dans une rainure située dans le plan du méridien magnétique; ces aimants sont mobiles, et situés parallèlement; un petit barreau de fer suspendu à l'extrémité d'un fil peut se mouvoir entre ces aimants et autour de son point de suspension. Après avoir noté le nombre des oscillations n qu'il accomplit dans un temps donné sous l'influence de l'un des aimants, on éloigne celui-ci, et on rapproche l'autre aimant par le pôle contraire, de manière à faire décrire au barreau de fer le même nombre n d'oscillations. Si maintenant on fait réagir en même temps les deux aimants, le barreau de fer subira une induction double. Or, d'après la loi mentionnée ci-dessus, le magnétisme induit devra être double, et l'attraction devra être quadruple; de sorte que le barreau accomplira dans le temps $16\ n$ oscillations.

M. Plucker n'admet pas cependant qu'une puissance inductrice double développe dans le barreau un magnétisme double; il admet dans ce barreau une sorte de *résistance* au développement du ma-

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXV, p. 105.



gnétisme; cette expression, qui implique le mouvement, est choisie par M. Plucker, non point parce qu'il admet que le magnétisme est le fait du mouvement, mais comme une métaphore qui peint nettement sa pensée ; l'auteur paraît tenir à cette distinction sur laquelle il insiste dans une note additionnelle.

Si, dans la précédente expérience, on remplace le barreau de fer par un barreau semblable en nickel, en cobalt, ou en pierre d'aimant, on obtient, à la puissance simple, une autre intensité magnétique, à une puissance double une autre différence entre le magnétisme développé et le nombre de 16 *n* oscillations; on observe, en un mot, une autre résistance, ce qui tend déjà à prouver qu'il n'en est pas du magnétisme spécifique comme du poids spécifique.

Le procédé suivi par M. Plucker, dans les expériences dont nous allons parler, est en général celui qu'il a suivi au début de ses recherches; il est connu, et nous n'insisterons pas sur les détails. La balance qu'il emploie est sensible au dixième de milligramme avec une charge de 60 à 80 grammes dans chaque plateau. Les substances employées sont, en général, ou gazeuses ou liquides; quand elles sont solides, on les réduit d'abord en poudres impalpables; si ces poudres exercent une attraction trop forte, on les délaie dans un mélange de cire et d'axonge, et un seul et même vase sert à ces opérations. Ce vase est un verre à parois minces et de forme sphérique; il est bouché à l'émeri, et on a toujours soin de le remplir exactement avec la substance à examiner.

L'électro-aimant est d'une grande puissance; chaque pôle reçoit une armature arrondie; ces armatures sont rapprochées à 5^{mm},5 et maintenues à cette distance au moyen d'une lame de laiton. Pendant l'expérience, la balance se trouve placée sur les pôles, le verre est attaché à l'un des bras du fléau d'une manière telle qu'il touche les points les plus rapprochés de la partie supérieure des pôles, lorsque l'index du balancier marque zéro.

Avant d'installer la balance sur les pôles, on équilibre exactement le verre contenant la substance, puis, par un mouvement de rotation imprimé au pivot, on fait arriver sur les pôles le bras qui

supporte le verre à essai, et on ferme le circuit; l'électro-aimant entre aussitôt en activité et repousse ou attire la substance. Pour déterminer la quantité de l'attraction, on place avec précaution sur l'autre plateau des petits poids jusqu'à la rupture de l'équilibre.

Quand les effets à évaluer sont très-faibles, on produit la rupture à l'aide d'un petit crochet de fil de platine du poids de $0^{gr},01$, que l'on fait cheminer avec précaution sur l'un des bras du fléau, divisé en 100 parties; les déterminations faites successivement dans les mêmes conditions ne diffèrent jamais d'un milligramme.

Avec des effets plus intenses, tels qu'ils se produisent avec l'oxyde de fer, M. Plucker s'est contenté d'une approximation d'un centigramme. Avec des attractions plus fortes, telles que celles qui sont fournies par des mélanges d'axonge contenant 1 pour 100 de limaille de fer, la différence peut rouler sur plusieurs centigrammes sans influencer sensiblement les résultats; car l'attraction est alors de 40 grammes et plus.

Le circuit est rompu après chaque détermination.

Voilà pour les substances magnétiques ; le procédé est le même pour mesurer les répulsions, en tant, du moins, que le diamagnétisme de la substance est plus grand que celui du vase en verre. Dans ce cas, l'attraction éprouvée par le vase vide est plus grande que celle qui est exercée sur le vase plein, et alors on n'a qu'à retrancher cette attraction de la première. Lorsqu'au contraire la répulsion diamagnétique de la substance l'emporte sur l'attraction magnétique du vase de verre, on ajuste ce dernier au bras du fléau et au-dessus des pôles, et on retire du poids jusqu'à ce que l'électro-aimant soit dans l'impossibilité de repousser le vase. Le crochet en fil de platine sert avantageusement dans ce cas.

M. Plucker a fait un grand nombre de déterminations pareilles; il avait en vue de rechercher des analogies entre les propriétés des corps et leur composition atomique ; il recherchait aussi la loi de l'induction magnétique. Les observations qu'il a faites sur ce dernier point prouvent que le magnétisme induit ne croît pas proportionnellement à l'intensité de l'électro-aimant; cet accroissement est subordonné à la nature des corps en présence; tantôt il s'ap-

proche de cette proportionnalité, et tantôt il s'arrête dans des limites d'accroissement assez rapprochées.

Ces expériences ont été exécutées sans que M. Plucker ait pu reconnaître la puissance de son électro-aimant aux différentes intensités. Il aurait pu déterminer celles-ci sans arriver pour cela à des notions plus certaines, puisque l'attraction exercée par l'électro-aimant dépend beaucoup de la manière dont les armatures sont appliquées. L'auteur s'est donc borné à tenir note du nombre de couples qu'il faisait intervenir, ainsi que de la manière dont il les disposait; ainsi il employait 1 élément, puis 4 éléments en séries de 2; 9 éléments en séries de 3; 16 éléments en séries de 4; et enfin 3 éléments en quantité, et quatre éléments également en quantité. La pile était du système de Grove. L'acide sulfurique était étendu de 12 fois son volume d'eau; les vases poreux étaient tenus bien propres; après le service, on les fit tremper dans de l'eau pendant plusieurs heures, puis on les exposa à l'air pendant quelques jours. Avant d'introduire ces vases poreux dans les auges, on les remplissait d'acide nitrique du commerce, et on attendait qu'ils fussent bien imprégnés de cet acide. Pour se servir d'une batterie fraîchement installée, on commença toujours par lui donner la disposition qui fournissait le plus d'aimantation, et on partait de là pour adopter des dispositions de plus en plus faibles.

A la faveur de ces précautions on arriva à des résultats très-concordants, même lorsqu'ils étaient obtenus à plusieurs jours d'intervalle. Nous donnerons ici comme exemple quelques-unes des déterminations faites.

Bismuth. — Le bismuth employé était cristallisé et chimiquement pur; il fut réduit en poudre impalpable, puis introduit dans le flacon voulu; on remplissait celui-ci jusqu'à une marque déterminée, et on bouchait hermétiquement.

Tare du flacon vide	1gr,884
Poids du flacon plein	56,556
Poids du bismuth	54,672

Le tableau ci-après fait connaître les poids auxquels le flacon, suspendu à la balance, commençait à se détacher du pôle. Deux

séries d'observations, faites à un jour d'intervalle, ont fourni des résultats presque identiques; en voici les moyennes:

1	2	4	16 éléments.
56^{gr},42	56,07	55,63	54,92

D'après cela la répulsion diamagnétique de bismuth est

0,134 0,485 0,926 1,231 1,636

Ce qui conduit au rapport que voici:

1 : 3,62 : 6,91 : 9,19 : 12,21

1 : 1,91 : 2,51

1 : 1,31

Au bout de 10 jours, le poids du flacon avait augmenté de 0^{gr},948 par suite d'une oxydation éprouvée par le bismuth de la part de l'air qui s'était introduit dans le flacon.

Cobalt. — Le cobalt fut préparé par la réduction de l'hydrate de cobalt au moyen de l'hydrogène; l'opération s'accomplit dans un tube dans lequel on le laissa refroidir; après quoi on le réduisit en poudre fine dans un mortier d'agate, et on le délaya dans de l'axonge d'après les proportions suivantes:

Axonge 25^{gr},00; poudre de cobalt 0^{gr},1435. Le mélange contenait donc 0^{gr},5707 p. 100 de cobalt.

Poids du flacon vide	8,690
» du flacon plein	6,423
Cobalt contenu	0,03689

Attraction magnétique du cobalt.

Courants.

1	2	3	4	16 éléments.
		Moyennes.		
3,83	9,73	14,96	18,60	22,01

Rapports.

1 : 2,65 : 4,08 : 5,05 : 5,98

1 : 1,54 : 1,92

1 : 1,24

Des déterminations faites avec le cobalt à plusieurs jours de distance différaient suffisamment pour donner à penser que le métal avait subi quelques modifications; aussi M. Plucker ne s'est servi que d'observations exécutées le même jour.

Oxygène. — Nous terminerons ces observations par l'oxygène. — Dans ces expériences, on se servit d'une boule de verre munie de robinets que l'auteur avait dans le temps employée pour étudier les propriétés magnétiques des gaz. L'oxygène bien pur y était comprimé à $^1/_{10}$ d'atmosphère, afin de s'opposer à la rentrée de l'air. La boule vide paraissait exempte de magnétisme ; l'oxygène renfermé pesait 0,0673. Les poids nécessaires pour produire la rupture furent déterminés à l'aide du crochet en fil de platine dont nous avons parlé.

Courants.				
1	2	3	4	16 éléments.
Moyennes.				
0,0024	0,0089	0,0172	0,0234	0,0305
Rapports.				
1	: 3,71	: 7,17	: 9,75	: 12,71
	1	: 1,93	: 2,63	
		1	: 1,36	

A l'aide des différents résultats obtenus avec un grand nombre de substances, M. Plucker a construit des courbes dans lesquelles les abscisses indiquent l'intensité du courant employé ; les ordonnées représentent les attractions éprouvées par les substances ; la courbe du phosphore est identique à celle du bismuth. De ces courbes, l'auteur en déduit d'autres qui représentent *les attractions observées en fonction de l'intensité magnétique de l'électro-aimant*.

On peut voir, d'après ce qui précède, que le magnétisme spécifique d'une substance est subordonné à l'intensité de la force inductrice que ce magnétisme avait avec les substances. Pour le déterminer avec une force donnée on se sert d'un même flacon dans lequel on introduit successivement les diverses substances en prenant le magnétisme de fer pour unité. L'attraction de ce métal, divisée par l'attraction de la substance, représente alors le magnétisme spécifique de cette dernière.

Dans le tableau ci-après qui représente le magnétisme spécifique de diverses substances, les quotients sont multipliés par

1,000,000, c'est-à-dire que le magnétisme spécifique du fer qui est ici pris pour unité, est multiplié par un million.

Magnétisme spécifique à diverses intensités.

	0	1	2	2,9	3,45	4	8
Fer	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Cobalt. . . .	1082,500	1009,000	968,800	946,700	945,500	938,200	917,800
Nickel	743,100	465,800	408,500	382,200	375,700	368,400	321,900
Hydrate de cobalt. . . .	1,687	2,178	3,058	3,733	4,178	4,500	7,070
Sesquioxyde de fer. . . .	660	759	866	911	935	953	1,048
Oxyde de nickel. . . .	193	287	356	400	416	430	455
Bismuth. . . .	18,7	23,6	31,0	36,0	38,6	40,5	56,9
Phosphore.	13,1	16,5	21,0	25,1	26,9	28,2	39,5

A l'occasion de ce tableau, M. Plucker fait remarquer que la force inductrice qu'il prend ici pour unité est sujette à des variations considérables, soit quand on remplace un verre par un autre, soit quand on dérange les armatures, ou quand on détermine l'attraction sur des points différents. Des déterminations faites dans des conditions variables ne peuvent être comparées qu'autant qu'on a préalablement déterminé l'unité recherchée.

Voici en résumé les résultats observés :

1° Pour les substances magnétiques comme pour les substances diamagnétiques, une même loi fait connaître l'intensité du magnétisme induit en fonction de la puissance inductrice. Pour chaque substance, cette loi se particularise par deux constantes. L'une de ces constantes indique le rapport de la puissance inductrice au magnétisme induit, lorsque la première est décroissante. L'auteur appelle cette constante *constante d'induction*. La deuxième constante est la *constante de résistance* ; elle indique la résistance qui s'oppose à ce que le magnétisme induit croisse proportionnellement à la puissance inductrice.

2° Il existe, pour chaque substance, un point de saturation dont elle se rapproche à mesure que la puissance inductrice augmente.

3° Sous le rapport de la loi de l'intensité de l'aimantation, les substances diamagnétiques, telles que le phosphore et le bismuth, se comportent comme les substances magnétiques. M. Plucker conclut de là qu'un corps *excité diamagnétiquement* ne diffère en rien d'un corps *excité magnétiquement ;* que les premiers sont doués de polarité comme les derniers, et que cette polarité diamagnétique est provoquée par une induction contraire à celle qui se produit dans les corps magnétiques.

4° Les courbes qui représentent la loi de l'induction des substances diamagnétiques sont inscrites dans les courbes des substances magnétiques ; il en résulte que la résistance qui s'oppose à la magnétisation des premières est moindre que chez la majeure partie des substances magnétiques ; toutefois cette résistance n'est jamais zéro ; au contraire, elle est parfois plus grande que chez l'oxygène et l'hydrate de cobalt.



5° Autre chose est, en général, le magnétisme spécifique, et autre chose le poids spécifique d'une substance. A une certaine puissance de l'électro-aimant, le cobalt est plus magnétique que le fer; à une intensité plus grande, c'est le fer qui l'emporte pour le céder au cobalt à une intensité plus faible. Quand on compare le magnétisme spécifique de l'hydrate de cobalt avec celui du nickel, on obtient des nombres qui diffèrent des 2 $^{4}/_{5}$, suivant qu'on emploie un élément ou qu'on en fait intervenir 16. Dans ce dernier cas, le magnétisme spécifique (le fer étant pris pour unité) de l'hydrate est le double de ce qu'il est dans le premier cas. Avec l'oxygène et le bismuth, ce rapport tombe à 1,9 ou à 1,8; c'est là sans doute ce qui explique les divergences observées par les divers physiciens qui se sont occupés de la question.

6° Ces variations du magnétisme spécifique avec l'intensité de la puissance inductrice expliquent les variations remarquées dans l'attraction magnétique et la répulsion diamagnétique. Avec un mélange formé de 10,000,000 parties de bismuth et 310 parties de fer, on n'observe ni répulsion, ni attraction de la part du flacon d'essai dans le cas où le courant a le double de l'intensité d'un élément de Grove; à une intensité moindre, le mélange est attiré; il se trouve repoussé à une intensité plus forte.

Ces attractions et ces répulsions peuvent être calculées pour une intensité donnée; ainsi, pour un élément de Grove, l'attraction est sensiblement trois fois plus forte que la répulsion qui se produirait si le verre était plein de bismuth.

Les différences sont encore plus fortes quand le nickel remplace le fer dans le mélange dont il vient d'être question; si, au contraire, on substituait de l'hydrate de cobalt, les rapports seraient inverses des précédents; ce qui revient à dire que si le mélange de bismuth et l'hydrate de cobalt était conçu dans de tels rapports qu'il n'y aurait ni attraction ni répulsion à une certaine intensité, on observerait une répulsion à une intensité moindre et une attraction à une intensité plus forte.

M. Plucker incline à penser que les substances retiennent d'autant plus facilement le magnétisme acquis, qu'elles opposent



moins de résistance à l'aimantation. Quand on considère les deux substances les plus magnétiques, telles que le fer et l'acier, cette opinion paraît peu probable; car le fer s'aimante plus rapidement que l'acier, et il perd aussi plus rapidement son fluide quand l'aimantation cesse.

CHIMIE.

9. — SUR LES COMBINAISONS DE LA GLYCÉRINE AVEC LES ACIDES, par M. BERTHELOT[1]. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 3 avril 1854.)

Les résultats que j'ai obtenus sont relatifs :

1° A l'étude de divers composés glycériques de l'ordre le plus élevé ;

2° A diverses combinaisons chlorhydriques de la glycérine ;

3° A la réaction de ce corps sur l'acide oxalique ;

4° A une combinaison particulière entre la glycérine et l'alcool.

Je ferai suivre l'exposé de ces résultats par quelques considérations sur la constitution des compositions glycériques.

Première partie.

I. — J'ai préparé les corps suivants :

1° La *trioléine*, $C^{114}H^{104}O^{12} = 3C^{36}H^{34}O^{4} + C^{6}H^{8}O^{6} - 6HO$. Ce corps est liquide et neutre. Traité par l'oxyde de plomb à 100 degrés, il se résout lentement et difficilement en acide oléique et glycérine.

La trioléine est identique avec l'oléine naturelle. Elle présente la composition et les propriétés de l'oléine analysée par M. Chevreul.

2° La *trivalérine*, $C^{36}H^{32}O^{12} = 3C^{10}H^{10}O^{4} + C^{6}H^{8}O^{6} - 6HO$. C'est un liquide neutre, huileux, d'une odeur désagréable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, résoluble en glycérine et acide valérianique.

[1] Voyez un précédent article sur le même sujet, Bibl. Univ. (Archives), tome XXIV, page 176.

3° La *tributyrine*, $C^{30} H^{26} O^{12} = 3\, C^{8} H^{8} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6\, HO$. C'est un liquide neutre, huileux, odorant, d'une densité égale à 1,056, résoluble en glycérine et en acide butyrique.

4° La *tribenzoycine*, $C^{48} H^{20} O^{12} = 3 C^{14} H^{6} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6 HO$. Ce corps est neutre ; purifié, il cristallise en belles aiguilles blanches, plus volumineuses que celles d'aucun autre composé glycérique.

5° La *triacétine*, $C^{18} H^{14} O^{12} = 3\, C^{4} H^{4} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6 HO$. C'est un liquide neutre, odorant, d'une densité égale à 1,174, insoluble dans l'eau, mais fort soluble dans l'alcool dilué. Il renferme : C=49,9 ; H=6,8. La formule indique C=49,6 ; H=6,4.

La triacétine se résout par saponification en acide acétique et glycérine. Elle a fourni ainsi

Acide acétique. . .	80,6
Glycérine	43,1
	123,7

La formule indique

Acide acétique. . .	82,6
Glycérine	42,2
	124,8

Les résultats analytiques trouvés par l'étude de ces corps, et particulièrement l'analyse et la saponification de la triacétine, celui dont l'équivalent est le plus faible, m'ont engagé à modifier la formule généralement admise pour la stéarine naturelle[1], formule que j'avais cru devoir conserver dans ma précédente communication.

D'après ces résultats, et si l'on admet que les composés glycériques de l'ordre le plus élevé possèdent tous une formule semblable, la stéarine naturelle, ainsi que le composé artificiel qui lui est identique, doit être regardée comme une *tristéarine :*

[1] C'est la formule de M. Lecanu et de Berzelius, calculée avec l'équivalent actuel de l'acide stéarique. La formule de MM. Pelouze et Liebig n'en diffère que par deux équivalents d'eau.

$$C^{114}H^{110}O^{12} = 3\,C^{36}H^{36}O^{4} + C^{6}H^{8}O^{6} - 6\,HO.$$

Cette formule s'accorde avec les analyses et les faits déjà connus. La même observation s'applique, avec les mêmes réserves, à la margarine et à la palmitine naturelles. Ces substances, ainsi que les corps artificiels qui leur sont identiques, me paraissent être de la trimargarine et de la tripalmitine.

II. — 1° Outre les corps dont je viens de parler, j'ai préparé une nouvelle combinaison neutre formée par l'acide chlorhydrique et la glycérine.

La *dichlorhydrine*: $C^{6}H^{6}Cl^{2}O^{2} = 2\,HCl + C^{6}H^{8}O^{6} - 4\,HO.$

La dichlorhydrine se présente comme une huile neutre et limpide, insoluble dans l'eau, d'une odeur éthérée très-prononcée; sa densité est égale à 1,37; la potasse la décompose lentement, avec reproduction de glycérine et d'acide chlorhydrique[1].

2° J'ai soumis à une étude spéciale les combinaisons formées entre la glycérine et les acides, avec le concours de l'acide chlorhydrique. D'après leur analyse, leurs propriétés et la température relativement basse de leur distillation, ces combinaisons semblent constituées, non par le mélange de composés simples, mais par des corps définis complexes, dans lesquels entre l'acide chlorhydrique, à côté de l'autre acide neutralisé par la glycérine. Dans cette supposition, une combinaison glycérique pourrait renfermer plusieurs acides différents, de la même manière que plusieurs équivalents d'un même acide. L'une de ces combinaisons, la *benzochlorhydrine*, répond, d'après les analyses, à la formule définie :

$$C^{20}H^{11}ClO^{6} = C^{14}H^{6}O^{4} + HCl + C^{6}H^{8}O^{6} - 4\,HO.$$

III. — L'acide oxalique, chauffé à 100 degrés avec la glycérine, se résout en acide carbonique pur qui se dégage, et en acide for-

[1] L'existence et la nature de ce composé m'ont engagé à faire de nouvelles recherches sur l'acétidine et la butyridine. D'après mes nouvelles expériences et saponifications, l'acétidine est une *diacétine* :

$$C^{14}H^{12}O^{10} = 2\,C^{4}H^{4}O^{4} + C^{6}H^{8}O^{6} - 4\,HO,$$

et la butyridine, une dibutyrine.



mique qui reste avec la glycérine, sans former pourtant de combinaison neutre. En présence d'un excès de glycérine, la décomposition est complète au bout de vingt-sept heures. Cette curieuse réaction s'accorde avec la production fréquemment observée de l'acide formique aux dépens de l'acide oxalique ; mais je ne crois pas que ce phénomène ait jamais présenté aussi nettement le caractère pur et simple d'un dédoublement.

$$C^4 H^2 O^8 = C^2 O^4 + C^2 H^2 O^4.$$

IV. — J'ai obtenu entre la glycérine et l'alcool une combinaison analogue aux éthers conjugués découverts par M. Williamson.

La *diéthyline*, $C^{14} H^{16} O^6 = 2 C^4 H^5 Br + C^6 H^8 O^6 - 2 H Br$, se prépare en chauffant en vases clos à 100 degrés pendant soixante heures de la glycérine, de l'éther bromhydrique et de la potasse en excès[1]. Après l'expérience le liquide des tubes forme deux couches. On décante la couche supérieure et on la distille. A 191 degrés la diéthyline distille. C'est une huile limpide et incolore, assez mobile, peu ou point soluble dans l'eau, douée d'une odeur éthérée légère avec une nuance poivrée ; sa densité est égale à 0,92. Si on laisse tomber quelques gouttes de diéthyline sur de la chaux incandescente, il paraît se former de l'acroléine ; distillée avec un mélange d'acide sulfurique et d'acide butyrique, la diéthyline fournit de l'éther butyrique.

Deuxième partie. — Conclusions générales.

I. D'après les faits qui précèdent et ceux que j'ai déjà publiés, les combinaisons glycériques artificielles étudiées par moi se présentent comme des corps neutres formés par l'union, en rapports équivalents, des acides et de la glycérine.

Dans cette union produite avec élimination des éléments de l'eau, les propriétés de l'acide deviennent latentes. Ces corps, traités par la potasse, reproduisent un sel neutre avec formation équivalente d'un corps, le même pour tous, la glycérine. En même temps les

[1] J'ai préparé d'une manière analogue, avec la potasse, l'éther éthylméthylique.

éléments de l'eau se fixent, et les propriétés de l'acide reparaissent. Ces phénomènes de décomposition se manifestent dans les circonstances les plus variées, et souvent sous les influences les plus légères.

Ces conditions, ces phénomènes, ces produits sont précisément les mêmes qui accompagnent la décomposition des corps gras naturels, comme l'ont montré, il y a quarante ans, les travaux de M. Chevreul.

II. Ces faits établissent, comme il l'a remarqué, un rapprochement entre les corps gras et les éthers. D'une part, les éthers, comme les corps gras, se forment par l'union directe ou médiate d'un acide avec l'alcool: cette union s'opère avec séparation des éléments de l'eau, et disparition des propriétés de l'acide. D'autre part, les composés neutres ainsi formés reproduisent, par les procédés les plus variés, l'acide et l'alcool en fixant les éléments de l'eau. L'action des alcalis, celle des acides concentrés, celle de l'eau, soit rapidement à 220 degrés, soit lentement à la température ordinaire, résolvent également les corps gras neutres en acides et glycérine, les éthers en acides et alcool.

Avec les uns comme avec les autres, l'action de l'ammoniaque produit des amides. Bien plus, l'équivalence de la glycérine et de l'alcool, vis-à-vis des acides, peut être démontrée par des réactions directes et réciproques: on peut à volonté, soit décomposer certains éthers par la glycérine et produire un composé glycérique, soit décomposer un corps gras par l'alcool et produire un éther.

Ces faits concourent à montrer, indépendamment de toute hypothèse, l'analogie de constitution qui règne entre les composés glycériques et les éthers.

III. Toutefois, si la glycérine se rapproche de l'alcool par la nature des combinaisons auxquelles les acides donnent naissance, la formule de ces mêmes composés, l'existence de plusieurs combinaisons neutres entre la glycérine et un même acide, établissent entre la glycérine et l'alcool une différence profonde.

En effet, les composés glycériques neutres appartiennent à trois séries distinctes:



La première série analogue aux éthers, même par ses formules, est formée par l'union de 1 équivalent d'acide et de 1 équivalent de glycérine, avec séparation de 2 équivalents d'eau:

Monostéarine. . $C^{42} H^{42} O^{8} = C^{36} H^{36} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 2 HO.$
Monochlorhydrine. $C^{6} H^{7} Cl O^{4} = H Cl + C^{6} H^{8} O^{6} - 2 HO.$

La deuxième série est formée par l'union de 2 équivalents d'acide et de 1 équivalent de glycérine, avec séparation, tantôt de 2, tantôt de 4 équivalents d'eau[1].

Distéarine. . . . . $C^{78} H^{78} O^{12} = 2 C^{36} H^{36} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 2 HO.$
Dibutyrine . . . . $C^{22} H^{22} O^{12} = 2 C^{8} H^{8} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 2 HO.$
Diacétine. . . . . $C^{14} H^{12} O^{10} = 2 C^{4} H^{4} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 4 HO.$
Benzochlorhydrine. $C^{20} H^{11} Cl O^{6} = C^{14} H^{6} O^{4} + HCl + C^{6} H^{8} O^{6} - 4 HO.$
Diéthyline. . . . . $C^{14} H^{6} O^{6} = 2 C^{4} H^{6} O^{2} + C^{6} H^{8} O^{6} - 4 HO.$
Dichlorhydrine. . . $C^{6} H^{6} Cl^{2} O^{2} = 2 H Cl + C^{6} H^{8} O^{6} - 4 HO.$

La troisième série résulte de l'union de 3 équivalents d'acide et de 1 équivalent de glycérine, avec séparation de 6 équivalents d'eau:

Tristéarine . . $C^{114} H^{110} O^{12} = 3 C^{36} H^{36} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6 HO.$
Trioléine . . . $C^{114} H^{104} O^{12} = 3 C^{36} H^{34} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6 HO.$
Triacétine. . . $C^{18} H^{14} O^{12} = 3 C^{4} H^{4} O^{4} + C^{6} H^{8} O^{6} - 6 HO.$

C'est à cette série que paraissent appartenir les corps gras naturels. Dans la décomposition des corps de cette série, 3 KO remplacent, vis-à-vis de l'acide anhydre, le reste $C^{6} H^{5} O^{3}$, dans lequel l'oxygène est le tiers de l'oxygène de l'acide anhydre, ce qui est le même rapport que dans les sels neutres.

Ces faits nous montrent que la glycérine présente vis-à-vis de l'alcool précisément la même relation que l'acide phosphorique vis-à-vis de l'acide azotique. En effet, l'acide azotique ne produit qu'une seule série de sels neutres, tandis que l'acide phosphorique donne naissance à trois séries distinctes de sels neutres: les phosphates ordinaires, les pyrophosphates et les métaphosphates. Ces trois séries de sels, décomposées par un acide énergique en présence de

[1] Peut-être la quantité d'eau éliminée est-elle toujours la même.

l'eau, reproduisent un seul et même acide phosphorique. De même, tandis que l'alcool ne forme qu'une seule série d'éthers neutres, la glycérine donne naissance à trois séries distinctes de combinaisons neutres ; ces trois séries, par leur décomposition en présence de l'eau, reproduisent un seul et même corps, la glycérine.

La glycérine n'est pas le seul corps qui partage avec les alcools la propriété de former des combinaisons neutres et stables par son union avec les acides en général. J'ai retrouvé cette propriété, presque au même degré, dans la mannite ; j'ai déjà obtenu avec ce corps et l'acide stéarique, la *stéarite ;* avec l'acide palmitique, la *palmitite ;* avec l'acide butyrique, le *butyrite ;* avec l'acide acétique, l'*acétite ;* avec l'acide chlorhydrique, la *chlorhydrite*. Plusieurs de ces corps, décomposés par l'eau à une haute température, ont reproduit l'acide qui les avait formés et la mannite cristallisée. J'ai l'honneur de mettre quelques-uns de ces composés sous les yeux de l'Académie.

Je poursuis l'étude de cette propriété, et, d'après quelques expériences déjà réalisées, j'espère l'étendre à plusieurs des corps neutres essentiels du règne végétal.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

10. — Recherches sur le retinite, par M. Delesse.

Bien que le *retinite* soit une des roches éruptives les plus remarquables, on ne possède encore qu'un petit nombre de données sur sa composition chimique. J'ai pensé, d'après cela, qu'il y aurait de l'intérêt à analyser les *retinites* de l'île de Sardaigne, car ils jouent un rôle important dans la géologie de cette île, et leurs relations de gisement ont été étudiées avec le plus grand soin par M. le général A. de la Marmora.

Ces *retinites* sont associés à des trachytes que M. de la Marmora appelle anciens, et qui sont antérieurs aux terrains tertiaires moyens.

Leurs caractères, qui sont extrêmement variés, les rapprochent tantôt de la *perlite* et tantôt du véritable *retinite* (pechstein, pichstone).

J'ai analysé deux échantillons de ces *retinites*.

I. — *Retinite noir foncé* ressemblant à de la poix ; il contient de petits cristaux d'orthose qui lui donnent la structure porphyrique. Il se trouve dans un conglomérat trachytique à Santa Natolia, près de Sassari.

II. — *Retinite perlé* ayant une couleur grise foncée. Sa densité est de 2,386. Il contient une grande quantité de globules désignés sous le nom de sphérolithes, ainsi que de rares cristaux d'orthose et de mica. Il peut passer à des roches trachytiques très-celluleuses. Il forme des amas dans l'île de Saint-Antiocco, sur les côtes de la Sardaigne.

	I.	II.
Silice..................	62,59	70,59
Alumine	16,59	13,49
Protoxyde de fer........	3,17	1,60
Protoxyde de manganèse..	0,55	0,30
Chaux.................	1,15	1,31
Magnésie..............	2,26	0,70
Potasse...............	6,48	4,29
Soude.................	3,14	3,52
Eau et matière organique..	3,90	3,70
	99,83	99,50

La composition chimique de ces *retinites* de la Sardaigne diffère beaucoup de celle des *retinites* et des *perlites* qui ont été analysés par Klaproth, Vauquelin, Erdmann, Knox, Ficinus.

En effet, leur teneur en silice est moindre que celle des *retinites* de la Saxe et de l'Irlande ; au contraire, leur teneur en alumine est plus grande. Leurs teneurs en chaux, en magnésie et en oxyde de fer sont à peu près les mêmes ; mais leur teneur en eau est très-faible et notablement inférieure à celle des autres *retinites ;* elle se rapproche de celle de la *perlite*.

Il importe surtout de remarquer que les *retinites* de la Sardaigne renferment de la potasse qui est même leur alcali dominant, tandis que les analyses des *retinites*, faites jusqu'à présent, y indiquent seulement de la soude. La potasse n'avait été signalée que dans les *perlites* bien caractérisées dans lesquelles elle est d'ailleurs l'alcali dominant; il n'est donc pas étonnant que les *retinites* de la Sardaigne prennent souvent un éclat perlé et qu'ils passent à de véritables *perlites*.

En résumé, la composition chimique des *retinites* est très-variable; leur teneur en silice, en particulier, varie entre 62 et 80 pour 100.

Ils présentent dans leur composition des variations qui sont du même ordre que celles de l'obsidienne. Ainsi que l'a fait remarquer M. Naumann, on peut d'ailleurs les considérer comme un *magma* fondu, comme un véritable verre hydraté.

Du reste, ces roches doivent surtout à la quantité d'eau qu'elles renferment leurs caractères les plus distinctifs, ceux qui leur ont valu des noms spéciaux; en effet, la composition chimique du *retinite* diffère surtout de celle de la *perlite* par la quantité d'eau, cette quantité, qui s'élève jusqu'à 10 pour 100 dans le *retinite*, ne dépasse pas 4,5 pour 100 dans la *perlite*. L'éclat résineux du *retinite* et l'éclat perlé de la *perlite* résultent donc immédiatement de la quantité d'eau qui s'y trouve contenue. Lorsque, par suite de diverses circonstances, l'eau ne s'est pas fixée dans la roche, il s'est formé des trachytes, des ponces, des obsidiennes qui sont en relation intime avec le *retinite* et avec la *perlite* auxquels on les voit même passer.

Les caractères physiques, minéralogiques et géologiques présentés par le *retinite* et la *perlite* indiquent, par conséquent, qu'on doit les rapprocher des obsidiennes, et qu'on peut, en quelque sorte, les considérer comme des obsidiennes hydratées.

Les explications qui précèdent font comprendre pourquoi il n'existe pas de limite bien tranchée entre le *retinite* et la *perlite*; pourquoi des roches hydratées, telles que le *retinite* et la *perlite* sont associées à des roches non hydratées, telles que le trachyte et l'obsidienne.



Elles font comprendre également pourquoi la composition chimique du *retinite* et de la *perlite* est aussi variable ; pourquoi c'est tantôt la potasse et tantôt la soude qui devient leur alcali dominant.

Il est évident, en effet, que les caractères les plus distinctifs de ces deux roches ne tiennent pas essentiellement à la proportion ni même à la nature des substances qui les composent ; ils tiennent bien plutôt à un état particulier de combinaison de la silice, des bases et de l'eau qui, dans le *retinite* et dans la *perlite*, forment un verre hydraté naturel.

---

11. — (Ueber die.......) Sur la structure orographique et géologique du Mont-Rose, par M. Ad. Schlagintweit. Leipzig, 1853.

Les recherches géologiques que l'on entreprend dans les Alpes présentent plusieurs espèces de difficultés spéciales à cette chaîne de montagnes. Les plus pénibles à surmonter sont, sans aucun doute, la grandeur des accidents du terrain et les passages des glaciers. Ce genre de difficultés se rencontre à un haut degré dans les environs du Mont-Rose, étudié par M. Schlagintweit. Dans quelques localités, cependant, les glaciers atténuent eux-mêmes les difficultés qu'ils créent, en charriant et en apportant dans les régions basses des débris de roches arrachés à des cimes inaccessibles.

La carte géologique du Mont-Rose et de ses environs, qui n'est que la réduction d'une carte plus grande, à l'échelle de $^1/_{80000}$, que l'auteur a dressée lui-même, et qui paraîtra bientôt, fait bien connaître la constitution géologique de cette montagne. C'est une masse de gneiss qui forme un centre autour duquel se trouvent des serpentines et des schistes gris et verts.

Le gneiss est formé de quartz blanc, rarement grisâtre (pyramide nommée Vincent, 13033 p.), d'ortoclase blanc, souvent en cristaux maclés ; on y voit encore un feldspath bleuâtre, très-commun dans certaines localités. Le mica y est brun, noir ou blanc. Le vrai granite ne se trouve nulle part, dans ce grand massif, en masse un peu considérable. Si parfois le gneiss prend la structure de cette roche, elle ne persiste point sur une grande étendue.

Dans le fond de quelques-unes des plus grandes anfractuosités de ces montagnes (cirque de Macugnaga, glacier de Gorner), se trouve un gneiss à gros grains, très-riche en feldspath.

Les couches de schistes micacés se montrent dans quelques localités (au Turlo, Pizzo-Bianco, etc.), et surtout dans la partie supérieure du Mont-Rose. Les neuf cimes les plus élevées de ce massif, dont la plus haute atteint 4604 mètres au-dessus du niveau de la mer (*Archives*, 1852, XXI, 337), en sont formées. Ainsi que la plupart des cols qui les séparent.

La limite du schiste micacé et du gneiss est indéterminée et irrégulière; souvent on voit des grandes masses de gneiss qui pénètrent assez loin dans le schiste micacé. Elles sont associées à des filons de petrosilex.

Les roches que M. Studer a nommées schistes gris ou schistes verts, que MM. Élie de Beaumont, Sismonda, etc., ont désignées sous le nom de roches métamorphiques, sont très-abondantes dans les environs du Mont-Rose et présentent une structure fort compliquée. Les schistes gris sont formés de divers micas ou talc blanc ou noirâtre, de quartz en petite quantité et de calcaire en grains cristallins ou en couches minces. Les schistes verts sont intimement liés aux précédents.

La serpentine est d'une couleur verte obscure, elle paraît disposée en couches et en masses irrégulières. Dans plusieurs localités, telles que les deux côtés du passage du Mont-Cervin, au pied de cette même montagne et dans la vallée d'Ayas, elle se trouve placée au centre des schistes. Elle ne paraît pas avoir eu d'action comme roche soulevante. Cette roche est intimement liée aux schistes à hornblende, et toutes deux font partie de la formation des schistes gris et verts. La limite des schistes et de la serpentine est partout fort irrégulière. L'on voit quelquefois cette dernière pénétrer sous forme de filons dans les premiers; ailleurs ce sont les schistes qui paraissent pénétrer dans la serpentine. On trouve dans cette roche quelques minéraux, entre autres du pikrolite, des grenats, de la chlorite et des substances qui ont de l'analogie avec de l'asbeste. Dans les schistes associés aux serpentines, on trouve l'é-



pidote en beaux prismes, le diopside, la tourmaline, l'idocrase, les grenats noirs, jaunes et verts; le fer oxydulé, la prehnite, la pennine, l'antigorite (val du Lys).

Parmi les matières métallifères, on trouve dans ces formations la pyrite aurifère, du minerai de cuivre, de la galène, de l'antimoine sulfuré. Elles se rencontrent en filons presque verticaux, placés dans des directions variées. Les pyrites aurifères ont été exploitées jusqu'à l'énorme hauteur de 9800 pieds.

Après avoir terminé la description des roches, l'auteur examine la configuration du sol, en commençant par le profil que présente la vallée qui s'étend de Viége à Zermatt, et en prolongeant cette section par-dessus le passage de St.-Théodule jusqu'au Breuil. Cette vallée présente de grands rapports par sa forme. Sa configuration et sa position avec la plupart des vallées qui, dans les Alpes françaises, savoyardes, suisses, autrichiennes, établissent une communication entre le faîte de la chaîne centrale et des vallées que l'on peut considérer comme étant à la base des Alpes.

La vallée de Zermatt présente cinq bassins distincts que la coupe qui accompagne ce travail fait bien ressortir. Le sol est formé, dans sa portion inférieure, par des schistes gris et verts, contenant de la pierre ollaire. Ils plongent à peu près au sud, avec une inclinaison de 35° ; leur direction est celle que l'on rencontre, en général, dans le massif entier du Mont-Rose. Elle s'accorde, d'après les observations de l'auteur, avec celle que M. Elie de Beaumont a signalée depuis longtemps dans cette chaîne. On trouve ensuite, en remontant la vallée, un large massif de gneiss, dans lequel l'inclinaison des couches devient plus forte en se rapprochant de la chaîne centrale. Plus haut encore, en suivant cette même vallée, on rencontre une chaîne dont les couches sont inclinées à peu près au nord, et qui est formée de schistes gris et verts. Cette structure est, par conséquent, celle que les géologues suisses ont désignée sous le nom de structure en éventail.

Dans la section qui s'étend du Weissthor au Pizzo-Bianco, placé à l'est du Mont-Rose, au travers du magnifique cirque de Macugnaga, on voit que les couches du Pizzo-Bianco plongent dans le



même sens que celle du Mont-Rose, et, par conséquent, au-dessous d'elles. On voit encore qu'au sommet de la première de ces deux cimes, elles sont beaucoup moins inclinées, et que sur son revers oriental elles plongent à l'opposé, c'est-à-dire au sud-sud-ouest.

Dans la section qui s'étend de Zermatt au sommet du Mont-Rose, les couches de cette montagne sont beaucoup plus inclinées sur les flancs (30° à 35°) qu'au sommet (15°).

La section qui s'étend du sommet du Mont-Rose dans la vallée du Lys, sur le revers méridional de la chaîne, vient compléter cette étude de la manière la plus intéressante, lorsqu'on la rapproche de la section prise du Weissthor au Pizzo-Bianco. Elle nous montre que la structure de cet immense massif du Mont-Rose se rapproche de celle d'une voûte gigantesque. Cette voûte est, il est vrai, peu régulière, en ce sens qu'elle est fracturée par des déchirures de plusieurs milliers de pieds de profondeur, dont le cirque de Macugnaga est le plus bel exemple. Elle ne présente pas à son sommet actuel des couches complétement horizontales, ce qui devrait être, mais ce qui peut s'expliquer, parce qu'il est possible que le sommet existant ne corresponde pas à celui que la volcanicité avait essayé de former, et qui, s'il avait subsisté, aurait peut-être été placé, ou plus haut, ou dans une autre localité. Cette voûte est cependant nettement indiquée par la structure du gneiss qui la forme, et par la régularité de celle des serpentines et des schistes gris et verts qui s'appuyent sur le gneiss et qui redressent la tête de leurs couches vers le centre de la voûte. Cette structure s'étend assez loin au sud dans le val de Tourmanche et dans celui d'Ayas ; au nord elle est limitée à une petite distance par un nouveau massif de gneiss qui présente la structure en éventail, auquel appartiennent les sommets du Mischabel et du Weisshorn, presque aussi élevés que le Mont-Rose lui-même. M. Studer a décrit ce massif sous le nom de chaîne centrale des Alpes valaisannes.

BOTANIQUE.

12. — Steetz; Die familie der Tremandreen, etc. Hamburg, 1853.

Les Trémandrées sont une petite famille de plantes de la Nouvelle-Hollande, dont les premières espèces ont été décrites par Smith et Labillardière; au genre *Tetratheca* proposé par ces auteurs, M. Brown en a ajouté un second (*Tremandra*), et en a fait une famille distincte. Le docteur Steetz a étudié cette famille avec beaucoup de soin en 1844, dans l'ouvrage intitulé *Plantæ Preissianæ*, et a proposé un troisième genre (*Platytheca*). Quelques-unes de ces plantes sont parvenues dans les jardins botaniques et ont pu être étudiées sur le vivant; M. Payer en a profité pour ses travaux organogéniques, et a publié à leur occasion quelques pages dont M. Steetz s'est ému; c'est l'origine de la brochure que nous annonçons.

Dans une première partie, l'auteur rectifie plusieurs des assertions de Payer d'une manière exacte et même légèrement minutieuse; il défend son genre *Platytheca* dont la convenance était attaquée, et qui repose sur d'assez bons caractères tirés de la position des étamines ainsi que de celle des loges de l'anthère. Il expose enfin en détail la diagnose de la famille et des trois genres dont elle se compose aujourd'hui.

Dans une seconde partie, M. Steetz discute les affinités des Trémandrées, et propose de les placer près des Lasiopétalées; ce dernier groupe, jusqu'à présent uni aux Byttnériacées, se compose uniquement de plantes appartenant, comme les Trémandrées, à la Nouvelle-Hollande; ses caractères étudiés d'abord avec une extrême exactitude par Gay l'ont été de nouveau non moins scrupuleusement par notre auteur, et il en tire une exposition claire et complète des analogies et des différences qui constituent les rapports de ces plantes avec leurs compatriotes les Trémandrées. Sa conclusion est favorable aux analogies, et nous sommes très-loin de méconnaître celles qu'il indique. Toutefois nous le trouvons plus heureux lorsqu'il critique les opinions contraires à la sienne que lors-

qu'il défend celle-ci ; il signale avec grande justesse les différences qui doivent éloigner les Trémandrées des Polygalées ou des Eléocarpées, ou d'autres familles près desquelles on a voulu les placer ; mais n'y en a-t-il pas plusieurs aussi entre elles et les Lasiopétalées? en voici trois prises par nous au milieu de celles que l'auteur indique lui-même très-consciencieusement ; 1° les ovules et graines sont pendants dans les Trémandrées, ascendants dans les Lasiopétalées ; 2° les anthères s'ouvrent toujours par des pores terminaux dans les premières, fort rarement dans les secondes ; 3° enfin l'aspect général de ces plantes est fort différent, à l'exception du *Tremandra* qui se rapproche assez des Lasiopétalées. En somme, l'analogie proposée est réelle quoiqu'elle ne soit pas au nombre de celles qui entraînent l'assentiment sans hésitation.

Le travail de M. Steetz, quelque opinion qu'on adopte sur ce point de classification, n'en reste pas moins un travail aussi remarquable par sa parfaite clarté que par sa consciencieuse exactitude.

J. C., p.

---

13. — HANSTEIN (Dr Joh.) UNTERSUCHUNGEN UEBER DEN BAU UND DIE ENTWICKELUNG DER BAUMRINDE. Berlin, 1853.

L'auteur de ces recherches sur la structure et le développement de l'écorce indique, dans un avertissement, qu'elles ont été entreprises depuis plusieurs années à l'occasion des travaux de Mohl sur l'écorce des Dicotylédones ; les études diverses faites dès lors sur ce sujet par les physiologistes l'ont engagé à reprendre les siennes, à les compléter et à les publier. On sait que l'écorce se compose de plusieurs couches diverses dont la plus jeune est à l'intérieur, et les botanistes s'accordent assez généralement à en distinguer trois, un épiderme plus ou moins épais, une couche de tissu cellulaire parenchymateux, et enfin une couche fibreuse ou liber. On sait aussi que les diverses espèces d'arbres se comportent différemment quant à l'épaisseur et à la durée de ces couches ; ainsi il y en a qui conservent toujours la même enveloppe externe, quoique celle-ci subisse avec le temps des changements de forme et d'apparence ; d'autres, en plus grand nombre, se dépouillent périodiquement de

cette enveloppe qui tombe par fragments desséchés et irréguliers; d'autres enfin forment aussi sans relâche de nouveaux péridermes, et les anciens qui se dessèchent et se désagrégent constituent des feuillets entourant la tige dont on peut les détacher avec facilité.

L'auteur envisage d'abord dans une partie consacrée aux généralités les trois couches qui composent toutes les écorces, et cela après une étude organogénique sur la naissance de l'écorce dès l'apparition du bourgeon. Passant ensuite aux spécialités, il présente l'analyse de l'écorce de 17 ou 18 arbres différents, choisis dans les diverses catégories indiquées, et dans les familles végétales les plus distantes; cette portion des recherches de M. Hanstein offre un grand intérêt, en montrant d'un côté la remarquable uniformité de constitution des écorces, et en expliquant de l'autre la nature, et la cause des diversités secondaires qu'elles manifestent. En réalité tout ceci est une étude sur la cellule végétale; car c'est aux lois qui régissent la forme, la grandeur et la disposition des cellules dans les couches de l'écorce que sont dues et leur uniformité et leurs diversités. Toutes les analyses microscopiques indiquées par M. Hanstein sont représentées dans les planches qui accompagnent son mémoire, ce qui en facilite grandement l'intelligence.

J. C., p.

---

14. — De Vriese; Sur un genre nouveau de broméliacée.

Lorsqu'un genre a été publié dans un recueil peu connu des botanistes, rédigé dans une langue telle que le hollandais, il est bon d'en signaler l'existence et d'en résumer les caractères. M. de Vriese a inséré dans le cahier de janvier 1853 du journal d'horticulture intitulé : *Jaarboek der kon. nederl. maatschappij tot tuinbouw,* janvier 1853, la description et la figure quant aux détails, d'un genre qu'il appelle *Macrochordion*, fondé sur le Billbergia tinctoria Mart. A cette occasion il récapitule les espèces qu'il regarde comme devant rester dans le genre Billbergia. Le nouveau genre se distingue surtout par la longueur du funicule.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1854.

Le 1er, gelée blanche.
» 3, *id.*
» 4, halo solaire toute la journée, le plus souvent partiel.
» 6, gelée blanche.
» 7, *id.*
» 8, *id.*
» 9, dans la soirée, halo lunaire.
» 11, tonnerres à l'O., de 3 h. 3 m. à 4 h. 50 m. Il tombe à deux reprises quelques gouttes de pluie. Dans la soirée, halo lunaire; on voit pendant une demi-heure très-distinctement le parasélène à la droite de la lune; à gauche de la lune se trouvaient des nuages.
» 12, à 11 h. 15 m., l'arc supérieur tangent au halo solaire est très-distinct.
» 14, toute la soirée, éclairs au SSO. et au NE.
» 17, gelée blanche; dans la soirée, éclairs au SO.
» 18, à 6 h. 47 m., éclairs et tonnerres; quelques gouttes de pluie.
» 23, à midi, tonnerres au NO; les nuages orageux passent du NO au SE; on entend le tonnerre jusqu'à midi 40 m.; forte pluie à midi 30 m. et à 1 h. 45 m.
» 24, pendant une bise très-violente, il a neigé sur Salève et les Voirons; le lendemain matin, entre 5 et 6 h., il est tombé quelques flocons de neige à Genève.
» 27, gelée blanche.
» 28, neige jusqu'au pied de toutes les montagnes voisines.

Température du Rhône:

1re décade,	+ 9°,16
2me »	+12°,18
3me »	+10°,19
Mois	+10°,54

Minimum, le 1er + 7°,7. Maximum, le 19 + 13°,2.

Genève. — Avril 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	à midi.
	millim	millim	millim	millim.											mill.			pouc
1	735,01	734,27	733,34	732,97	+ 3,5	+ 8,4	+ 9,8	+ 8,2	+ 0,3	+11,2	0,82	0,58	0,60	0,66	•	N. 1	0,93	24,
2	733,42	734,32	734,61	736,34	+ 5,5	+10,7	+15,1	+ 9,6	+ 0,2	+15,4	0,74	0,51	0,34	0,45	•	N. 1	0,01	23,
3	737,59	735,91	734,24	734,25	+ 6,4	+14,0	+15,4	+11,8	+ 0,3	+15,8	0,74	0,56	0,37	0,42	•	N. 1	0,11	23,
4	734,40	732,74	732,07	733,21	+ 8,0	+10,2	+11,7	+ 9,0	+ 2,8	+12,4	0,63	0,56	0,48	0,40	•	NNE. 3	0,54	23,
5	735,92	735,58	734,39	735,11	+ 5,9	+ 9,4	+14,3	+ 9,7	+ 0,8	+15,0	0,65	0,50	0,27	0,59	•	N. 1	0,20	23,
6	736,34	735,79	734,27	734,57	+ 8,0	+14,4	+17,3	+12,6	+ 0,3	+18,1	0,68	0,46	0,37	0,55	•	N. 1	0,04	24,
7	735,14	734,46	732,11	731,99	+ 8,4	+15,0	+18,2	+13,5	+ 1,3	+19,6	0,72	0,39	0,30	0,49	•	N. 1	0,01	24,
8	731,33	730,23	728,36	728,28	+ 9,2	+15,1	+19,2	+13,8	+ 1,7	+19,7	0,59	0,38	0,30	0,42	•	N. 1	0,15	24,
9	729,35	728,51	726,95	727,79	+ 9,5	+15,9	+16,0	+13,0	+ 2,1	+18,7	0,58	0,52	0,54	0,58	•	N. 1	0,24	24,
10	728,88	727,99	726,28	726,79	+12,3	+16,5	+19,3	+15,3	+ 4,6	+19,3	0,64	0,40	0,35	0,41	•	N. 1	0,11	24,
11	727,82	727,36	726,79	728,09	+12,2	+16,8	+18,4	+14,7	+ 5,7	+20,2	0,59	0,42	0,47	0,59	•	N. 1	0,52	25,
12	730,56	730,32	729,15	729,64	+13,0	+16,7	+18,3	+15,4	+ 6,4	+19,7	0,68	0,52	0,41	0,50	•	N. 1	0,72	25,
13	732,68	732,13	730,49	731,50	+10,5	+13,8	+16,7	+15,9	+ 5,9	+17,1	0,60	0,47	0,46	0,46	•	N. 1	0,11	25,
14	733,24	731,84	729,52	729,70	+ 7,5	+12,2	+16,2	+11,8	+ 6,0	+16,2	0,45	0,43	0,43	0,66	•	N. 1	0,49	26,
15	729,31	727,98	725,83	726,13	+11,0	+17,0	+18,2	+15,1	+ 8,2	+18,5	0,77	0,45	0,33	0,47	•	N. 1	0,54	26,
16	725,89	725,05	723,89	725,26	+10,4	+16,0	+17,9	+14,6	+ 4,0	+19,2	0,64	0,49	0,52	0,39	•	N. 1	0,05	27,
17	728,58	728,34	726,99	728,83	+10,8	+14,6	+19,8	+15,2	+ 3,1	+20,0	0,60	0,49	0,32	0,47	•	N. 1	0,26	27,
18	730,[illegible]6	729,67	728,13	729,64	+12,4	+16,6	+15,8	+13,5	+ 6,1	+17,7	0,70	0,40	0,57	0,65	•	N. 1	0,37	28,
19	729,18	727,23	725,35	725,51	+11,0	+16,2	+19,2	+14,3	+ 4,6	+19,6	0,70	0,44	0,30	0,48	•	N. 1	0,30	28,
20	723,42	721,40	719,70	719,68	+12,2	+16,5	+17,3	+15,4	+10,0	+17,6	0,65	0,37	0,39	0,57	•	N. 1	0,99	28,
21	717,10	715,70	715,73	715,48	+12,5	+14,6	+16,7	+15,1	+10,8	+18,0	0,63	0,62	0,48	0,57	0,3	N. 1	0,96	28,
22	712,46	711,59	710,62	711,91	+11,8	+14,3	+15,1	+11,8	+ 8,3	+16,6	0,72	0,56	0,55	0,77	0,3	N. 1	0,81	28,
23	713,69	713,57	714,84	716,40	+11,6	+16,0	+10,4	+10,8	+ 6,5	+16,8	0,88	0,58	0,93	0,80	5,2	variab.	0,99	28,
24	720,39	721,57	722,64	723,68	+ 6,2	+ 6,4	+ 5,2	+ 5,4	+ 2,7	+ 6,6	0,68	0,74	0,88	0,90	0,5	NNE. 3	0,85	29,
25	720,12	720,99	722,56	724,14	+ 2,2	+ 3,0	+ 5,2	+ 3,3	+ 0,9	+ 3,4	1,00	0,91	1,00	1,00	•	NNE. 3	0,89	30,
26	728,08	728,68	728,69	730,53	+ 3,0	+ 7,5	+ 8,6	+ 6,3	+ 2,0	+ 8,8	0,93	0,90	0,95	0,83	•	NNE. 2	0,41	29,
27	731,99	729,51	726,28	723,69	+ 5,8	+11,1	+12,5	+ 9,2	- 2,0	+15,1	0,69	0,36	0,60	0,73	•	SO. 1	0,66	28,
28	719,93	721,12	721,80	722,68	+ 6,2	+ 7,5	+ 4,8	+ 4,5	+ 2,5	+ 9,0	0,52	0,66	0,82	0,81	13,8	S. 1	0,92	28,
29	723,06	721,67	720,75	720,32	+ 6,6	+ 9,7	+ 8,3	+ 7,2	+ 3,0	+10,9	0,66	0,61	0,75	0,68	•	SSO. 1	0,97	27,
30	721,80	721,40	720,40	719,80	+ 8,6	+10,8	+13,3	+ 9,4	+ 5,2	+14,6	0,68	0,59	0,80	0,63	1,4	SSO. 1	0,53	27,

Moyennes du mois d'Avril 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	733,56	733,74	733,59	732,98	732,17	731,66	731,65	732,13	732,44
2e »	729,04	729,12	728,92	728,13	727,20	726,58	726,59	727,40	727,71
3e »	720,72	720,86	721,05	720,58	720,28	720,23	720,22	720,64	720,86
Mois...	727,77	727,91	727,85	727,23	726,52	726,16	726,15	726,72	727,00
				Température.					
1re décade,	+ 2°,54	+ 7°,67	+10°,57	+12°,74	+14°,61	+15°,63	+14°,52	+11°,63	+ 8°,65
2e »	+ 7,02	+11,10	+13,62	+15,64	+17,47	+17,78	+16,58	+14,37	+12,67
3e »	+ 5,46	+ 7,45	+ 9,55	+10,09	+10,27	+ 9,81	+ 9,27	+ 8,10	+ 7,09
Mois...	+ 5,01	+ 8,74	+11,24	+12,82	+14,12	+14,41	+13,45	+11,37	+ 9,47
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	4,66	5,32	5,23	5,30	5,18	5,10	5,24	5,06	4,96
2e »	5,71	6,34	6,51	6,03	5,90	6,06	6,16	6,25	6,21
3e »	5,88	5,77	5,98	5,97	6,72	6,90	6,38	6,23	5,67
Mois....	5,41	5,81	5,91	5,77	5,93	6,02	5,92	5,84	5.61
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,85	0,68	0,55	0,49	0,42	0,39	0,44	0,50	0,59
2e »	0,75	0,64	0,56	0,45	0,40	0,40	0,46	0,52	0,57
3e »	0,86	0,74	0,67	0,65	0,74	0,78	0,76	0,77	0,76
Mois . .	0,82	0,68	0,59	0,53	0,52	0,52	0,55	0,60	0.64

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+ 1,44	+16,52	0,25	0,0	23,8
2e »	+ 6,00	+18,58	0,43	0,0	26,6
3e »	+ 3,99	+11,98	0,80	21,5	28,2
Mois....	+ 3,81	+15,69	0,49	21,5	26,2

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,53 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 4°,4 O. et son intensité est égale à 25 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois d'Avril: 650mm, répartie comme suit :

	mm
le 1er.	100
le 20	10
le 22	65
le 23	60
le 24	5
le 25	220
le 28	135
le 29	45
le 30	10

Le 9, dans la soirée, halo lunaire.

Le temps ayant été presque constamment beau jusqu'au 22, les environs de l'hospice étaient déjà en partie débarrassés de neige, comme ils le sont ordinairement vers le milieu de juin, environ les $^4/_{10}$ La neige avait reculé jusqu'à la hauteur des Refuges, 2230 mètres sur le versant méridional, et 2040 mètres sur le versant septentrional.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4 h.s.	8 h.s	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	569,50	569,79	568,89	568,59	− 2,0	− 0,6	− 3,5	− 6,7	− 7,2		72	66	65	65	7,5	NE. 2	0,88
2	568,14	570,48	571,70	572,57	− 6,5	− 4,7	− 3,2	− 6,2	− 9,4		93	89	85	83	»	SO. 2	0,57
3	571,53	571,22	570,76	570,54	− 6,0	− 2,8	− 0,3	− 4,5	− 8,5		80	78	74	83	»	NE. 2	0,11
4	568,29	568,67	568,62	569,27	− 7,0	− 1,2	− 0,7	− 1,2	− 7,0		87	74	76	78	»	NE. 2	0,34
5	570,67	571,27	571,45	572,08	0,0	+ 1,7	+ 0,5	− 1,9	− 4,5		78	80	80	81	»	NE. 2	0,00
6	572,92	573,20	572,99	573,19	+ 2,0	+ 5,5	+ 3,6	+ 1,0	− 2,9		66	77	78	74	»	NE. 1	0,07
7	572,43	572,53	571,66	571,65	+ 3,0	+ 4,6	+ 4,3	+ 0,4	− 0,9		69	82	73	76	»	NE. 1	0,00
8	569,68	569,87	569,09	569,14	0,0	+ 6,6	+ 5,0	+ 2,3	− 3,0		63	76	66	68	»	NE. 1	0,01
9	568,77	568,99	568,58	568,82	− 0,7	+ 4,5	+ 4,5	+ 1,5	− 2,0		71	65	78	75	»	NE. 1	0,10
10	567,98	568,00	567,57	568,08	+ 2,5	+ 4,6	+ 4,5	+ 1,2	− 2,0		74	74	72	75	»	NE. 1	0,06
11	567,53	567,86	567,68	568,55	0,0	+ 3,4	+ 4,1	+ 1,8	− 1,3		86	86	75	84	»	NE. 1	0,47
12	568,89	569,26	569,07	569,35	+ 1,5	+ 3,5	+ 3,9	+ 0,3	− 0,8		85	80	78	83	»	NE. 2	0,64
13	570,26	570,42	570,32	570,35	+ 1,0	+ 6,5	+ 3,5	+ 0,5	− 2,0		84	82	74	78	»	variab.	0,44
14	569,97	569,97	569,43	569,18	− 1,8	− 0,3	+ 1,2	− 3,4	− 4,7		94	86	87	81	»	SO. 1	0,58
15	566,96	566,60	565,44	565,37	− 2,0	+ 0,8	+ 1,0	− 1,0	− 8,1		94	87	82	83	»	SO. 1	0,63
16	564,04	564,23	564,25	565,21	− 1,8	+ 2,7	+ 2,1	− 0,2	− 5,2		84	74	71	78	»	NE. 1	0,44
17	566,39	566,88	566,95	567,94	− 0,8	+ 3,0	+ 0,7	− 0,9	− 5,0		81	79	74	82	»	NE. 1	0,50
18	568,35	568,39	567,99	568,38	− 1,4	+ 2,5	+ 2,5	− 0,6	− 4,4		93	78	78	88	»	SO. 1	0,42
19	567,65	566,88	566,76	566,89	− 2,3	− 0,5	− 0,5	− 2,7	− 4,7		89	84	82	86	»	SO. 2	0,67
20	565,49	564,66	563,30	563,63	− 4,3	− 2,0	− 3,4	− 4,0	− 5,0		91	87	83	84	0,9	SO. 3	0,97
21	559,79	558,89	558,52	557,77	− 4,5	− 4,5	− 4,2	− 4,8	− 5,3		91	91	90	91	»	SO. 3	1,00
22	554,29	553,87	553,42	553,68	− 3,3	− 1,1	+ 0,9	− 1,0	− 5,6		90	84	81	83	6,8	SO. 1	0,88
23	553,93	554,27	554,55	555,32	− 3,1	− 1,4	− 1,3	− 2,7	− 5,0		84	85	85	88	4,6	NE. 2	0,97
24	555,57	555,82	556,01	556,12	− 5,5	− 5,3	− 7,5	−10,8	−11,6		90	86	82	89	0,7	NE. 3	1,00
25	553,79	555,08	556,22	557,42	−10,5	− 4,5	− 4,5	− 8,3	−13,9		91	89	88	83	15,8	NE. 2	0,94
26	559,29	560,65	562,09	563,26	−10,4	− 8,4	− 6,9	− 9,1	−11,5		86	84	77	83	»	NE 3	0,88
27	564,18	563,81	562,12	559,97	− 9,5	− 4,3	− 3,8	− 3,1	−12,3		87	73	71	78	»	NE. 2	0,60
28	553,47	554,29	555,18	555,67	− 8,3	− 9,2	− 9,5	− 9,9	−11,5		84	78	77	82	9,9	NE. 3	1,00
29	556,87	556,63	556,42	556,56	− 9,2	− 3,3	− 6,4	− 6,7	−12,0		89	81	75	80	3,6	NE. 3	1,00
30	556,77	557,61	558,61	559,22	− 6,3	− 3,4	− 0,8	+ 0,4	− 7,2		85	80	76	72	0,8	NE. 2	0,67

Moyennes du mois d'Avril 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	569,67	569,99	570,30	570,40	570,19	570,13	570,20	570,39	570,48
2e »	567,41	567,55	567,68	567,52	567,27	567,12	567,29	567,49	567,58
3e »	556,49	556,80	557,07	557,09	557,16	557,31	557,31	557,50	557,61
Mois...	564,52	564,78	565,02	565,00	564,87	564,85	564,93	565,13	565,21

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 2,56	− 1,56	+ 1,02	+ 1,82	+ 2,04	+ 1,47	− 0,35	− 1,41	− 1,59
2e »	− 2,67	− 1,19	+ 0,64	+ 1,96	+ 2,19	+ 1,57	− 0,13	− 1,02	− 1,61
3e »	− 8,00	− 7,06	− 5,16	− 4,54	− 4,06	− 4,40	− 5,18	− 5,60	− 5,94
Mois...	− 4,41	− 3,27	− 1,17	− 0 25	+ 0,06	− 0,45	− 1,89	− 2,68	− 3,05

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	80,0	75,3	77,5	76,1	74,2	73,7	75,3	75,8	77,1
2e »	87,4	87,1	84,7	82,3	79,8	78,4	82,0	82,7	84,4
3e »	87,2	87,7	86,7	83,1	80,2	81,2	81,4	82,9	84,4
Mois...	84,9	83,4	83,0	80,5	78,1	77,8	79,6	80,5	82,0

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	− 4,74	—	0,21	7,5
2e »	− 4,12	—	0,58	0,9
3e »	− 9,59	—	0,89	42,2
Mois...	− 6,15	—	0 56	50,6

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,26 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 64 sur 100.

JUIN 1854.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

ÉTUDES SUR L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE,

par M. L. PALMIERI.

On a employé deux méthodes pour observer l'électricité atmosphérique : la plus ancienne consiste dans l'emploi d'un *conducteur fixe* s'élevant à une certaine hauteur et mis en communication avec un électromètre quelconque. Les appareils pourront différer les uns des autres dans leurs détails; le conducteur sera terminé tantôt par un globe, tantôt par une pointe, quelquefois par la flamme d'un corps combustible. — La seconde méthode est celle que M. Peltier a adoptée il y a quelques années : l'observateur se place dans un endroit dominant les objets qui l'environnent, et il élève en l'air l'électroscope qui donne alors des signes d'électricité.

M. Palmieri a trouvé que ces procédés présentent tous les deux quelques inconvénients. Si l'on emploie le conducteur fixe, on n'observe souvent aucune trace d'électricité,

[1] Sperienze ed osservazioni di meteorologia elettrica, sunto di una memoria letta alla R. Acad. delle scienze di Napoli, nov. 1850. — Continuazione degli studi meteorologici fatti sul reale osservatorio vesuviano (Dal Poliorama Pittoresco, numeri 23, 24 et 25, anno XV).

tandis qu'au même moment les indications de l'électroscope mobile sont très-énergiques; le conducteur fixe est donc un instrument ou peu sensible ou impropre à faire découvrir certains états de l'atmosphère. Quant à l'électroscope mobile de M. Peltier, chaque observation exige trop de temps spécialement lorsqu'on veut reconnaître la nature de l'électricité; l'emploi de cet appareil est peu commode lorsque le temps est humide ou pluvieux; puis le mouvement que l'on donne à l'électromètre peut déterminer chez l'aiguille ou les feuilles d'or des déviations indépendantes de l'électricité; enfin, l'observateur, trop rapproché de l'instrument, puisqu'il le tient à la main, peut exercer une influence perturbatrice.

M. Palmieri, pour éviter ces inconvénients, propose ce qu'il appelle la méthode du *conducteur mobile*. Voici comment il a disposé l'appareil de l'observatoire météorologique du Vésuve, que le roi de Naples a fait construire à une hauteur de 590 mètres au-dessus du niveau de la mer.

AB (planche I) représente le toit d'une petite chambre qui s'élève elle-même au-dessus du reste de l'édifice : le toit recouvert extérieurement d'asphalte est percé d'un trou muni d'un rebord extérieur pour empêcher la pluie de pénétrer au dedans. Au-dessous de ce trou sont placées quatre colonnes en verre recouvert de gomme laque (la figure en représente deux en *kk*), elles supportent une planche de bois sec et verni *mn*, traversée en son milieu par un cylindre creux en verre recouvert de gomme laque, à l'intérieur duquel un tube métallique se trouve mastiqué. Ce tube est traversé par le conducteur *a* qui y glisse librement, mais qui reste en contact métallique avec lui au moyen de trois ou quatre petits ressorts de pression non représentés dans la figure.

Le conducteur *a* se compose d'une tige de laiton terminée à sa partie inférieure par un bâton de verre verni à la gomme laque auquel est adapté une poulie en verre *c*; puis un contre-poids *d*. Le conducteur est muni à sa partie supérieure d'une sorte de chapeau mobile *i* que l'on peut fixer à différentes hauteurs, et il se termine par un globe très-léger en laiton surmonté d'une ou de plusieurs pointes que l'on peut ôter à volonté. On peut aussi enlever entièrement le globe pour y substituer une pièce quelconque, une lanterne par exemple. Un cordon de soie *x*, *y*, *z*, avec des poulies fixes et un contre-poids V est disposé de manière à ce que l'on puisse élever ou abaisser le conducteur mobile *a*.

Enfin, sur une table SS on place les différents appareils de mesure, c'est-à-dire un électromètre *h* à index horizontal, à graduation extérieure et à alidade, construit sur le même principe que celui de Peltier; un électroscope de Bohnenberger *l*, et un galvanomètre *p*. Un fil de cuivre un peu fort, recouvert d'une matière isolante, met en communication la partie inférieure du tube métallique qui se trouve dans l'intérieur du cylindre de verre avec l'un des instruments qui viennent d'être mentionnés.

Si l'on élève alors le conducteur *a* on aura une tension électrique que l'on mesurera avec l'électromètre *h*; pour reconnaître si elle est négative ou positive, on aura recours à l'électroscope de Bohnenberger; enfin, dans les cas rares où l'on observe de l'électricité à l'état dynamique, on joindra l'une des extrémités du fil galvanométrique avec le conducteur, tandis que l'autre communiquera avec le sol, et on lira les déviations en maintenant le conducteur élevé et immobile. On peut aussi opérer à *conducteur fixe* en laissant le conducteur élevé et en le mettant en communication avec les électroscopes.

Cet appareil présente donc tous les avantages de la méthode de Peltier sans ses inconvénients, et il remplit aussi l'office de conducteur fixe. Les observations sont commodes, rapides et exactes.

On peut concevoir pourquoi les observations faites d'après les deux méthodes que nous avons mentionnées en commençant ne s'accordent pas toujours entre elles. Supposons que la terre et l'espace supérieur se trouvent dans des états électriques contraires, mais égaux en intensité : un conducteur intermédiaire placé à une hauteur convenable, subissant des influences égales et contraires, restera à l'état naturel, et les instruments se maintiendront au zéro. Mais si l'on élève ce conducteur, l'influence des couches supérieures devient prédominante, et l'électromètre indiquera une tension proportionnée à la verticale parcourue et à l'efficacité des électricités opposées. Il pourra arriver aussi, si l'air est très-humide, que le conducteur fixe perde autant d'électricité qu'il en reçoit, tandis que le conducteur ou l'électroscope mobile se chargeant beaucoup plus rapidement donne encore des indications très-marquées. Voilà deux cas où les appareils mobiles donnent un résultat, tandis que le conducteur fixe n'en donne aucun.

Les deux méthodes donnent donc des indications distinctes, et il est convenable de les employer simultanément, d'autant plus que lorsqu'on veut suivre les variations rapides et instantanées qui accompagnent les temps d'orage le conducteur fixe peut seul être employé. L'appareil de M. Palmieri est tout à fait propre à cette double observation.

On a remarqué, il y a déjà très-longtemps, que l'on augmente l'efficacité du conducteur fixe en remplaçant la

pointe qui le termine par une flamme placée, par exemple, dans une lanterne pour que le vent ne l'éteigne pas. Si l'on étudie cette influence, on reconnaît que la flamme augmente, en effet, les manifestations; mais dans les temps humides, et généralement toutes les fois que l'on n'a aucun effet avec une simple pointe, on n'en obtient pas non plus avec la flamme.

M. Palmieri a reconnu qu'il n'est pas nécessaire de mettre le conducteur en mouvement pour obtenir des signes d'électricité, mais qu'il suffit d'en approcher un corps pour changer son état. Il explique par des effets d'influence cet ordre de faits que M. Palagi a observé aussi plus tard, et que le bulletin scientifique de ce recueil a suffisamment fait connaître à nos lecteurs.

L'étude de l'état électrique de la veine fluide se rattache à ces phénomènes. Sous un ciel positif la veine ascendante a une tension négative quand elle est produite par une fontaine de compression communiquant avec le sol. Si la fontaine est isolée, la première partie de la veine est chargée d'électricité positive comme le vase dont elle part. Quant à la veine descendante que l'on obtient avec un vase d'eau dont le fond est percé, on la trouve chargée d'électricité négative, tandis que le vase dont elle tombe prend l'électricité positive. Tous ces phénomènes sont renversés quand l'atmosphère est négative.

On pourrait trouver dans la veine descendante un bon moyen de mesure de l'électricité atmosphérique, car les indications en sont, en général, plus puissantes que celles du conducteur mobile.

Le fait qu'un corps prend une tension électrique toutes les fois qu'il se rapproche de la terre, pourrait peut-être expliquer l'éclat des étoiles filantes et des aérolithes qui

doivent, en effet, acquérir une tension extraordinaire pendant leur chute.

M. Palmieri a construit une machine électrique qui se charge par l'influence de l'atmosphère : elle se compose d'un disque en bois mobile autour d'un axe horizontal, et portant des rayons métalliques isolés terminés par une pointe. On imprime un mouvement de rotation à l'appareil : chaque rayon en s'élevant ou s'abaissant fait l'office d'un conducteur mobile, et on peut recueillir les deux électricités sur des conducteurs convenablement disposés. Cette machine pourrait aussi remplacer commodément le conducteur mobile pour les observations atmosphériques.

L'emploi de ces nouveaux appareils a amené leur inventeur à quelques résultats fort intéressants sur la météorologie électrique.

Il a vérifié d'abord, dans quelques jours sereins, l'existence d'une période diurne de l'électricité atmosphérique correspondant, jusqu'à un certain point, à celle que Schubler et d'autres avaient observée; seulement, sous le ciel de Naples, ce fait ne paraît pas se présenter fréquemment.

Ensuite, il a établi avec netteté les cas où l'électricité atmosphérique est positive, et ceux où elle est négative. Que le ciel soit serein ou nuageux, à l'intérieur même des brouillards l'électricité atmosphérique est toujours positive, excepté lorsque la foudre éclate, ou dans les cas de pluie, de grêle ou de neige.

Toutes les fois que l'éclair brille, même à une distance considérable, on voit apparaître une tension instantanée, tantôt positive, tantôt négative, que l'on observe commodément avec le conducteur fixe mis en communication avec l'électroscope de Bohnenberger. Dans ce cas, le ca-

ractère de l'électricité négative est donc son peu de durée.

On observe de l'électricité négative durable lorsqu'elle accompagne la chute de la pluie, de la grêle ou de la neige; voici dans quelles circonstances. Supposons une pluie commençant à tomber à une grande distance du lieu d'observation, qui y arrive ensuite sous l'action du vent, et, enfin, qui le dépasse sans cesser de tomber.

Quand la pluie est encore très-éloignée, les instruments indiquent de l'électricité positive comme ils le font habituellement et presque toujours avec une légère augmentation de tension.

Quand la pluie s'est rapprochée à une certaine distance on trouve une forte électricité négative qui produit souvent de fortes étincelles au conducteur fixe.

Quand la pluie a atteint le lieu d'observation, on trouve de nouveau une grande quantité d'électricité positive.

Quand la pluie a dépassé l'observatoire, on a de nouveau une forte tension négative.

Enfin, lorsque la pluie s'est suffisamment éloignée, l'atmosphère revient à son état habituel de tension positive.

Entre chaque période il y a un moment de neutralité de courte durée.

Ainsi donc, en laissant de côté le commencement et la fin du phénomène où l'atmosphère est simplement à son état normal, on distingue trois périodes importantes : 1° celle du *rapprochement* de la pluie qui est négative; 2° celle de la *chute verticale* qui est positive; 3° celle de l'*éloignement* qui est négative.

Pour reconnaître cette loi, il faut que l'on ait une vue étendue depuis l'observatoire, afin que l'on puisse voir l'averse de très-loin, car la distance à laquelle la pluie commence à produire ou à induire de l'électricité néga-

tive est très-variable. Quelquefois, à une distance de 30 milles, cette action se manifeste déjà, et d'autres fois elle ne commence que lorsque les premières gouttes atteignent l'observateur. Ces différences proviennent probablement de l'étendue de l'averse et de l'état électrique du nuage dont elle provient.

La pluie occupe donc une région chargée d'électricité positive entourée d'une zone chargée d'électricité négative; en sorte que si la pluie commence et finit au lieu d'observation, on trouve de l'électricité positive seulement, et si elle passe à une certaine distance, sans atteindre l'observateur, c'est l'électricité négative qui apparaît seule.

On doit aussi noter que, dans le cas assez fréquent où il tombe simultanément plusieurs averses à quelque distance les unes des autres, le phénomène peut se compliquer beaucoup.

Il faut donc abandonner l'idée de pluies négatives ou neutres, et admettre seulement des périodes séparées les unes des autres par des moments de neutralité. Les nuages négatifs n'existent pas, et l'on observe de l'électricité négative par un ciel serein uniquement dans le cas d'une chute de pluie, de grêle ou de neige, à quelque distance.

Les effets sont incomparablement plus énergiques pendant ces trois périodes; c'est alors seulement que les conducteurs donnent de fortes étincelles, et il paraît probable que c'est dans ces circonstances seulement que le phénomène de la foudre peut se produire; en sorte qu'il serait toujours accompagné de pluie ou de grêle.

L. S.

RECHERCHES SUR LA VÉGÉTATION,

par M. Boussingault.

M. Boussingault a communiqué récemment[1] à l'Académie des sciences de Paris les résultats d'une série d'expériences qu'il a entreprises dans le but de rechercher si l'azote de l'air intervient directement dans la végétation, et qui conduisent à nier l'assimilation de cet élément par les plantes. Cette conclusion a soulevé une intéressante discussion sur ce sujet, entre ce savant et M. Ville, qui avait traité antérieurement la même question et l'avait résolue dans un sens opposé. Nous tâcherons de présenter un résumé de cette discussion, mais nous reproduirons d'abord les premières pages de la note lue par M. Boussingault, dans lesquelles ce savant rappelle les travaux antérieurs, précise le point sur lequel il règne encore de l'incertitude, et montre les difficultés que l'on rencontre dans les expériences qui ont pour but de la faire cesser.

« § 1. La question de savoir si les végétaux fixent dans leur organisme l'azote qui se trouve à l'état gazeux dans l'air, n'est pas seulement intéressante au point de vue de la physiologie; sa solution doit jeter une vive lumière sur la théorie de la fertilité du sol. En effet, si le gaz azote n'est pas assimilable, si son rôle est borné à tempérer, en quelque sorte, l'action du gaz oxygène auquel il est mêlé, on conçoit, dans les engrais, l'utilité de matières organi-

[1] Séance du 29 mars 1854.



ques qui, par suite de leur décomposition spontanée, apportent aux plantes les éléments des principes azotés qu'elles élaborent. Si, au contraire, l'azote est fixé pendant l'acte de la végétation, s'il devient ainsi partie intégrante du végétal, on est tout naturellement conduit à cette conséquence, que la plus grande part des propriétés fertilisantes des fumiers réside dans les substances minérales, dans les phosphates, les carbonates terreux et alcalins qui s'y rencontrent toujours en proportion notable ; car l'élément azoté serait alors surabondamment fourni par l'air atmosphérique.

« Il est vrai qu'à une époque déjà éloignée, alors que l'on créait les méthodes eudiométriques, on crut reconnaître une absorption manifeste d'azote pendant le développement d'une plante ; mais, plus tard, Théodore de Saussure, en employant des moyens plus précis, ne réussit pas à constater cette absorption ; tout au contraire, les recherches de cet éminent observateur tendraient à faire croire à une faible exhalation de gaz, et s'il est resté quelques doutes sur ce phénomène, c'est que les procédés manométriques dont de Saussure s'est servi ne donnent des résultats bien tranchés qu'autant qu'il survient un changement assez considérable, soit dans le volume, soit dans la composition de l'atmosphère où la plante a séjourné. Ces procédés suffisent amplement, par exemple, pour mettre en évidence le fait de la décomposition de l'acide carbonique par les parties vertes des végétaux, parce que l'action des rayons solaires se révèle immédiatement par l'apparition du gaz oxygène ; mais la méthode manométrique est le plus souvent insuffisante, lorsqu'il s'agit de décider s'il y a eu quelques centimètres cubes de gaz absorbés ou exhalés par une plante confinée dans

quelques litres d'air. Aussi, lorsque, il y a déjà bien des années, après avoir résumé les faits favorables ou contraires à l'idée que les végétaux prennent de l'azote à l'atmosphère, je trouvai que la question pouvait être considérée comme indécise, je dus suivre, dans l'espoir de la résoudre, une voie entièrement différente de celle dans laquelle on était entré. Je comparai la composition des semences à la composition des récoltes obtenues aux dépens seuls de l'eau et de l'air. La plante se développait dans un sol préalablement calciné pour détruire jusqu'aux moindres traces de matières organiques, et qu'on arrosait avec de l'eau distillée. On constatait ensuite ce que le végétal avait acquis en carbone, en hydrogène, en oxygène et en azote pendant le cours de son développement. Voici, sous le rapport de l'azote, les résultats obtenus en 1836 et en 1837 :

Plantes cultivées.	Durée de la culture.	Poids de la graine.	Poids de la récolte.	Azote dans la graine.	Azote dans la récolte.	Gain ou perte en azote.
		gr.	gr	gr.	gr.	gr
Trèfle...	2 mois	1,576	3,220	0,110	0,120	+0,010
Trèfle...	3 mois	1,632	6,288	0,114	0,156	+0,042
Froment	2 mois	1,526	2,300	0,044	0,040	—0,003
Froment	3 mois	2,018	4,260	0,057	0,060	+0,003
Pois....	3 mois	1,211	4,990	0,047	0,100	+0,053

« On voit : 1° que, cultivé dans un sol absolument privé d'engrais d'origine organique et sous les seules influences de l'air et de l'eau, le trèfle et les pois ont acquis, indépendamment du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, une quantité d'azote appréciable par l'analyse ; 2° que le froment, cultivé dans les mêmes conditions, a pris à

l'air et à l'eau du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène; mais que l'analyse n'a pu révéler un gain ou une perte en azote, sans qu'on puisse toutefois en conclure définitivement que le froment ne possède pas la faculté de fixer une certaine quantité d'azote[1]. Quant à l'origine de l'azote assimilé dans ces circonstances, l'analyse était impuissante pour la signaler, car ce principe avait pu entrer directement dans l'organisme des plantes, ou bien, comme l'avait pensé Théodore de Saussure, il pouvait provenir des vapeurs ammoniacales dont l'atmosphère n'est jamais entièrement privée, quoiqu'elle n'en contienne qu'une proportion infiniment faible. Ainsi, en 1838, par suite des recherches que j'avais entreprises, la question se trouvait donc posée en ces termes: L'azote, assimilé par une plante cultivée à l'air libre dans un sol privé de matières organiques, provient-il du gaz azote ou de l'ammoniaque? J'ajouterai que, depuis, les expériences tentées pour la résoudre ont conduit à des conclusions entièrement contradictoires.

« Si l'on considère combien est faible la proportion des substances azotées élaborées par une plante placée dans un sol stérile, alors même que la végétation a été prolongée pendant plusieurs mois, on est peu disposé à croire à l'intervention du gaz azote de l'air; car si ce gaz intervenait, on ne voit pas pourquoi l'assimilation en serait aussi restreinte, puisqu'il domine dans la composition de l'air. On conçoit mieux, au contraire, l'exiguïté de la dose d'azote assimilée dans l'hypothèse de l'intervention unique des vapeurs ammoniacales, par cette raison que l'atmosphère ne renfermant, pour ainsi dire, que des traces de carbonate d'ammoniaque, elle ne peut fournir qu'une

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 2me série, tome LXVII, p. 52.

quantité très-limitée d'éléments azotés à une végétation accomplie sous les seules influences de l'air et de l'eau.

« § 2. La première idée qui se présente à l'esprit pour décider si l'azote fixé provient de celui que l'atmosphère renferme à l'état gazeux, c'est de disposer un appareil dans lequel la plante croîtrait dans de l'air dépouillé d'ammoniaque, et qu'on renouvellerait sans cesse pendant le jour, afin de lui assurer assez d'acide carbonique comme source de carbone.

« Cependant, en y réfléchissant, on doit craindre qu'une semblable disposition n'offre pas toutes les garanties désirables, car si l'air traverse l'appareil avec une grande vitesse, et il devra en être ainsi dans le cas où l'on n'ajouterait pas de gaz acide carbonique, on ne serait pas certain de retenir toute la vapeur ammoniacale, tous les corpuscules organiques dans le système purificateur consistant naturellement en une série de tubes à ponce sulfurique. Il y a plus: en supposant même que la purification de l'air ait été complète et que, cependant, il y eût eu de l'azote fixé pendant la végétation, tout ce qu'il serait rigoureusement permis de conclure, c'est que cet azote ne proviendrait pas de l'ammoniaque; car, pour admettre qu'il ait fait partie de l'air à l'état gazeux, il faudrait être à même d'affirmer que, indépendamment des composés ammoniacaux volatils et des poussières d'origine organique, l'atmosphère ne contient pas, en proportion assez faible pour échapper aux procédés ordinaires de l'analyse, d'autres principes capables de concourir à la formation des substances azotées dans les végétaux. Aussi serait-ce seulement dans le cas où l'expérience établirait qu'il n'y a pas assimilation, que la méthode pourrait être considérée comme satisfaisante.

« Par ces motifs, dans les recherches que j'ai entreprises, j'ai préféré faire vivre la plante dans une atmosphère qui ne fût pas renouvelée; mes expériences, commencées en 1851, ont été continuées jusqu'en 1853.

. . . .

Nous ne reproduirons pas tous les détails donnés par l'auteur sur la marche de ses expériences et sur leurs résultats. Nous nous bornerons à en donner un résumé très-succinct.

Le principe de ses expériences consistait à semer les graines dans un sol ne renfermant aucune trace de matière organique. C'était de la pierre ponce lavée et calcinée, mêlée d'une certaine quantité de cendres de fumier de ferme et de cendres provenant de graines semblables à celles sur lesquelles l'expérience était faite. Ce sol était humecté d'eau exempte d'ammoniaque. Dans les premières expériences, les plantes étaient disposées sous une cloche qui s'opposait au renouvellement de l'air; dans les dernières, elles étaient complétement enfermées dans de vastes ballons de verre, hermétiquement fermés, dans lesquels, au commencement de l'expérience, on avait introduit de l'acide carbonique, de manière à porter à 7 ou 8 p. 100 la proportion de ce gaz dans l'air qui remplissait ces ballons. Par suite de cette disposition, on rend complétement négligeable l'erreur qui pourrait être introduite dans ces expériences, par la présence de traces insaisissables d'ammoniaque, ou de poussières organiques azotées dans l'air ou dans l'eau, puisque rien ne peut s'introduire dans les ballons pendant toute la durée de la végétation.

Dans chaque expérience, M. Boussingault n'a semé qu'un très-petit nombre de graines, en sorte que chacune

d'elles a fourni une plante. Une seule fois il a ajouté dans le sol un certain nombre de graines dans lesquelles il avait détruit la faculté de germination, dans le but d'étudier l'influence de la présence dans le sol de matières azotées.

La quantité d'azote contenue dans les graines est connue par le poids de ces graines et par l'analyse plusieurs fois répétée de graines semblables pesées en même temps. A la fin de chaque expérience, la quantité d'azote contenue dans les récoltes était déterminée exactement, et, autant que possible, dans la totalité des plantes, du sol dans lequel elles s'étaient développées, du vase même qui le contenait, et de l'eau qui le baignait. M. Boussingault montre par plusieurs exemples qu'on peut arriver à des résultats très-inexacts, quand on se borne à analyser une partie des récoltes et à calculer proportionnellement l'azote pour la masse totale.

Les expériences ont porté sur des haricots, de l'avoine, du cresson et des lupins. Toutes ont donné exactement le même résultat, savoir que les quantités d'azote contenues dans les graines et dans les récoltes, ne diffèrent que de quantités extrêmement faibles, de l'ordre des erreurs inévitables dans des analyses aussi difficiles; ces différences indiqueraient plus souvent une perte d'azote pendant la végétation, si l'on pouvait y voir autre chose que le résultat de l'imperfection des méthodes d'analyse.

Si l'on résume en une seule les huit expériences dont l'auteur donne les résultats complets, on trouve que quatorze graines, pesant $6^{gr},755$, et qui devaient contenir $0^{gr},3440$ d'azote, ont fourni autant de plantes, qui ont pesé après dessication $18^{gr},55$ et que l'azote total des récoltes, joint à celui resté dans le sol, s'élevait à $0^{gr},3325$.

Dans une expérience spéciale, deux lupins du poids de

$0^{gr},627$, contenant $0^{gr},0365$ d'azote, ont été semés dans un sol auquel on a ajouté huit graines de lupin privées par l'ébullition avec de l'eau, de la faculté germinatrice. Ces huit graines, qui constituaient un engrais azoté dans le sol, pesaient $2^{gr},512$, et renfermaient $0^{gr},1462$ d'azote. La végétation a été très-active, les deux plantes étaient infiniment plus vigoureuses que dans les expériences où le sol ne renfermait aucun élément azoté. L'expérience a duré cinq mois. Les deux plantes desséchées pesaient $5^{gr},762$, et renfermaient $0^{gr},1162$ d'azote, trois fois plus à peu près que les deux graines qui leur avaient donné naissance. Le sol et l'eau qui l'imprégnait ont fourni $0^{gr},0532$ d'azote. Or, si l'on compare maintenant l'azote de toutes les graines qui ont été mises dans le sol à celui qu'on retrouve en tout, on trouve qu'il y avait $0^{gr},1827$ dans les graines, et $0^{gr},1697$ dans les récoltes. Il y a donc eu une perte de $0^{gr},0130$ d'azote durant la végétation ; cette perte représente à peu près le dixième de celui que contenait l'engrais.

La végétation des plantes dans ces expériences, où elles ne pouvaient trouver l'azote nécessaire à leur développement que dans les graines mêmes qui leur avaient donné naissance, et dans le volume d'air limité qui les entourait, paraît avoir offert toujours à peu près les mêmes caractères. Très-florissante pendant les premiers jours, elle paraît bientôt en souffrance. Les premières feuilles qui se sont développées jaunissent au bout de quelque temps, et tombent ; d'autres leur succèdent, qui subiront à leur tour le même sort. La végétation semble parvenir à un point où elle reste stationnaire, où tout ce qui naît vit aux dépens de ce qui meurt. M. Boussingault attribue sans hésitation ce fait à l'absence d'engrais dans le sol, et à l'im-

possibilité où est la plante de trouver dans l'azote de l'atmosphère un aliment qu'elle puisse s'assimiler. Il a toujours arrêté ses expériences lorsque cette période se manifestait; il a obtenu quelquefois une pleine floraison, mais jamais, à ce qu'il paraît, la fructification.

« Il résulte, dit-il en terminant, de l'ensemble de ces expériences, que l'azote de l'air n'a pas été assimilé pendant la végétation des haricots, de l'avoine, du cresson et des lupins. Dans un autre mémoire, je montrerai quelles sont les conditions les plus favorables à l'assimilation de cet élément, lorsque les plantes, placées dans un sol stérile, sont cultivées à l'air libre, c'est-à-dire lorsqu'elles se développent sous la double influence des vapeurs ammoniacales et des corpuscules organiques que renferme l'atmosphère. »

Les conclusions de M. Boussingault sont, on le voit, complétement opposées à celles que M. Ville[1] avait tirées de ses propres observations; aussi ont-elles soulevé les réclamations de ce savant. Sans vouloir entrer dans tous les détails d'une discussion qui n'est probablement pas terminée, et qui conduira sans doute à de nouvelles séries d'expériences propres à éclaircir cette importante question, nous signalerons les principales objections présentées par M. Ville, et les raisons qui le font persister dans son opinion que l'azote libre de l'atmosphère est directement assimilé par les plantes.

Il soutient d'abord que l'azote contenu dans l'eau de pluie à l'état d'ammoniaque est insuffisant pour rendre compte de l'azote excédant que certaines récoltes contiennent, sur l'azote du fumier qui a servi à les produire. En

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), tome XXI, page 329.

Alsace, par exemple, la récolte que produit un hectare de terre cultivé en topinambours, contient 43 kilogrammes d'azote de plus que le fumier que cette terre a reçu. Or, l'eau qui tombe annuellement sur une surface d'un hectare, ne contient que k. 3,54 d'ammoniaque, ou k. 2,92 d'azote. En supposant même que l'azote contenu dans l'eau de pluie à l'état d'acide nitrique puisse être entièrement assimilé par les plantes, en admettant de plus, ce qui est peu probable, que l'eau de pluie tombée dans les campagnes renferme autant d'acide nitrique que M. Barral en a trouvé dans l'eau tombée à Paris, on n'arriverait encore à trouver en tout que k. 29,35 d'azote dans l'eau de pluie tombée sur la surface d'un hectare.

M. Ville rappelle ensuite les expériences antérieures de M. Boussingault lui-même, qui a cultivé du trèfle et des pois dans un sol stérile, en les arrosant d'eau pure, dans l'intérieur d'un pavillon vitré qui les mettait à l'abri de la pluie, des brouillards et des poussières atmosphériques, et qui a constaté, dans ces circonstances, une absorption notable d'azote. Il cite aussi une expérience faite par lui-même sur des plantes semblables, cultivées dans deux caisses placées à côté l'une de l'autre, sous un pavillon vitré, dont l'une a été arrosée avec de l'eau de pluie, l'autre avec un volume égal d'eau distillée. Les récoltes obtenues n'ont différé l'une de l'autre, sous le rapport de la proportion d'azote, que d'une quantité insignifiante, qui s'est trouvée même en faveur des plantes arrosées avec l'eau distillée. Ainsi, l'azote que peuvent renfermer, sous une forme quelconque, les eaux de pluie, ne paraît pas jouer un rôle sensible dans la végétation.

M. Ville fait observer aussi que lorsqu'on établit la comparaison entre l'azote des récoltes et celui que les engrais

ont pu fournir, on ne fait pas entrer en compte l'ammoniaque qui a dû se dégager du sol et s'est ainsi trouvé perdu pour la végétation. Il pense cependant que cette quantité est loin d'être négligeable, et qu'elle est probablement bien supérieure, pour un sol fumé, à celle qui peut être rendue au sol par les pluies, les rosées, les brouillards et les poussières organiques. Il rappelle à ce sujet l'observation de M. Boussingault sur la richesse en ammoniaque de la neige qui avait séjourné pendant trente-six heures sur la terre d'un jardin, et qu'il a lui-même attribuée aux vapeurs émises par le sol.

M. Ville établit ensuite une comparaison entre les expériences de M. Boussingault et les siennes.

Dans ses expériences, la végétation s'opérait dans un volume d'air constamment renouvelé par un appareil qui permettait d'en mesurer le volume. Dans cette condition, si la végétation n'a pas été tout à fait aussi active que celle des plantes cultivées à l'air libre, elle était cependant bien près d'être normale; ainsi toutes les phases, y compris la fructification, ont été parcourues, et le poids des récoltes (desséchées), comparé à celui des graines, a été de 19 : 1, de 28,7 : 1, et même de 196 : 1. Il a constaté l'assimilation de l'azote atmosphérique dans ces expériences par la comparaison de l'azote contenu dans les récoltes à celui des graines, soit en ayant égard à la quantité d'ammoniaque qui avait pu être fournie par le volume d'air qui avait circulé dans l'appareil et qu'il estimait par des analyses simultanées faites sur l'air atmosphérique, soit en forçant l'air à circuler préalablement dans des tubes contenant de la ponce imbibée d'acide sulfurique, puis dans une dissolution de bicarbonate de soude, en sorte qu'il ne devait contenir ni ammoniaque, ni poussières organiques.

Dans les expériences de M. Boussingault, les plantes se développent dans un volume d'air limité, non renouvelé, et, par conséquent, constamment saturé, ou presque saturé d'humidité. Cette dernière circonstance empêche l'évaporation de l'eau par les feuilles et, par suite, la circulation de la sève. La végétation s'opère donc dans des conditions entièrement anormales, et ce qui le prouve, c'est qu'il n'y a jamais eu fructification, et que le rapport du poids de la récolte sèche à celui des graines a rarement atteint celui de 3 : 1. Dans de telles conditions, il est impossible d'affirmer que, si la végétation a été languissante, c'est que la plante ne trouvait pas de source à laquelle elle pût emprunter de l'azote ; et si l'azote de l'air n'a pas été assimilé dans de pareilles circonstances, on ne peut pas en conclure qu'il ne puisse pas l'être dans les conditions d'une végétation normale.

On ne peut se dissimuler toute la portée des arguments exposés par M. Ville. D'un autre côté, comme l'a fait remarquer M. Boussingault, toutes les fois que, dans ses expériences, le sol a renfermé la plus minime quantité de matière azotée agissant comme engrais, la végétation a pris un développement beaucoup plus actif, et la quantité d'azote de la récolte, comparée à celle de la graine, a présenté un gain, d'où l'on peut, jusqu'à un certain point, conclure que, dans les autres cas, c'est l'absence d'une source d'azote qui s'est opposée au développement de la plante. De plus, ce savant estime que la méthode expérimentale employée par M. Ville ne permet pas d'établir rigoureusement les conclusions que ce dernier a formulées. Il pense, en effet, que les procédés de dosage de l'ammoniaque sont trop imparfaits pour que l'on puisse établir un calcul exact fondé sur la proportion de cet alcali que peut

renfermer l'air atmosphérique, et que, dans le cas même où l'on admettrait que l'air qui circule dans les appareils a été complétement purifié d'ammoniaque et de toute poussière organique, il serait encore hasardé d'en conclure que l'azote fixé pendant la végétation ait fait partie de l'air à l'état gazeux. Il est, en effet, impossible d'affirmer que, indépendamment des composés ammoniacaux volatils et des poussières d'origine organique, l'air ne contient pas, en proportion assez faible pour échapper aux procédés ordinaires de l'analyse, d'autres principes capables de concourir à la formation des substances azotées dans les végétaux.

On le voit, la question n'est pas encore complétement résolue; de nouvelles expériences seront probablement nécessaires. Mais M. Boussingault annonce qu'il en communiquera prochainement de nouvelles. M. Ville cherchera sans doute à étayer d'autres preuves la thèse qu'il soutient, et il n'est guère douteux que les efforts de deux observateurs aussi ingénieux dissiperont bientôt l'obscurité qui règne encore sur cet intéressant sujet.

SUR LA CONDUCTIBILITÉ PHYSIQUE DES LIQUIDES,

par M. Léon Foucault.

Les observations présentées par M. Buff sur la manière d'interpréter mon expérience de l'opposition des deux couples[1] me décident à faire connaître une disposition que j'hésitais à décrire par crainte d'insister sur des développements surperflus.

Quand on opère sur deux couples seulement, le résultat que j'ai annoncé[2] n'apparaît qu'à travers de nombreuses complications qui tiennent en partie aux circonstances signalées par M. Buff; mais quand l'expérience porte à la fois sur un grand nombre de couples alternativement opposés, les complications ce compensent et le phénomène principal devient prédominant. On peut d'ailleurs produire cette opposition entre plaques noyées dans le liquide et protégées par des tissus ou des membranes contre une agitation qui, du reste, s'égalise encore et s'atténue autant qu'on veut par la disposition que je vais d'écrire.

Dans une auge rectangulaire (fig. II) sont disposées verticalement, et à égales distances d'un centimètre, onze plaques de cuivre enveloppées de baudruche ou de papier à filtrer. Sur les bords de la caisse pose une traverse en bois portant dix plaques de zinc amalgamées qui viennent s'intercaler parmi les cuivres. Toutes ces plaques, cuivre et zinc, sont séparées et ne communiquent entre elles que par le liquide acidulé que l'on verse dans l'auge,

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), 1854, tome XXV, p. 65.
[2] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), 1853, tome XXIV, p. 265.

et dont le niveau marqué par la ligne ponctuée s'élève très-peu au-dessus du bord libre des lames de cuivre; les zincs seuls émergent par les prolongements étroits qui les relient à leur support commun. Enfin, les deux cuivres extrêmes sont mis en communication par le fil d'un galvanomètre.

On reconnaît aisément qu'un pareil système représente vingt couples, cuivre et zinc, opposés dix contre dix. Lorsque les zincs occupent les milieux des cellules, l'opposition est parfaite, le galvanomètre reste au zéro, mais dès qu'on imprime un déplacement à la traverse, dans un sens ou dans l'autre, les zincs sont tous à la fois reportés du même côté; il en résulte que tous les couples qui luttent dans un sens sont affaiblis par la diminution d'épaisseur du liquide, tandis que l'effet inverse est produit sur les dix autres couples; l'équilibre est donc rompu et l'aiguille du galvanomètre l'indique aussitôt, en montrant dans tous les cas un courant sensible dirigé de chaque zinc au cuivre le plus éloigné. Les plus petits mouvements qu'on puisse communiquer à l'appareil produisent leur effet même en ayant recours à une vis de rappel.

Ici l'agitation du liquide n'est plus à redouter, car, en supposant qu'elle persiste d'une manière sensible, elle est du moins rendue égale partout; si, enfin, elle manquait d'uniformité, les plaques seraient protégées par les membranes ou les tissus dont elles sont enveloppées. On voit, du reste, par la figure que l'appareil est disposé de manière à se prêter au retournement.

SUR LE PHÉNOMÈNE LUMINEUX DE NEEF,

par M. Riess. (*Poggend. Ann.*, 1854, n° 2.)

En observant sous un microscope les étincelles d'un courant d'induction magnétique qui passaient entre une pointe de platine et une petite lame vibrante, le docteur Neef vit un étonnant phénomène lumineux. Selon que le courant d'induction qui se manifestait à la rupture du circuit formé par la bobine entourant le noyau de fer, avait l'une ou l'autre direction, tantôt la pointe, tantôt la lame s'illuminait d'une lumière violette, tandis que l'électrode opposé restait obscur. La conclusion que Neef avait tirée de ce phénomène, savoir que l'électricité dégage à l'électrode négatif de la lumière sans chaleur, et au positif de la chaleur sans lumière[1], est assez remarquable pour justifier une nouvelle étude de ces faits.

J'employai pour les expériences suivantes un excellent petit appareil d'induction fait par Siemen et Halske, dont la bobine, formée par le fil induit extérieur, se composait de 5680 révolutions d'un fil de cuivre de $^1/_4$ de millimètre de diamètre; la bobine intérieure, composée de 469 tours d'un fil de 1 millimètre d'épaisseur, entoure un faisceau de fil de fer; la lame oscillante qui ouvre et ferme le circuit du couple voltaïque, est mise en mouvement par un petit électro-aimant. Au-dessus et au-dessous de la lame se trouve une pointe métallique à l'extrémité d'une vis; les deux pointes et les points de la lame qui entrent en con-

[1] *Ann. de Poggend.*, vol. 66, p. 414, vol. 69, p. 141.

tact avec elles sont formés par un plaqué métallique peu oxydable. Si l'on emploie seulement la pointe supérieure, on obtient à chaque oscillation complète de la lame un courant d'induction (on considère seulement le courant dégagé à l'ouverture du circuit); si l'on emploie aussi la pointe inférieure, auquel cas un second couple voltaïque est nécessaire, il naît deux courants à chaque oscillation. Ces courants peuvent être obtenus de même direction ou de direction opposée, suivant la manière dont sont placés les deux couples voltaïques.

Le phénomène lumineux de Neef a une ressemblance qu'on ne peut méconnaître avec un phénomène électrique que Faraday a décrit sous le nom de décharge obscure (*Experim. research al.* 1541. *Annalen* 48, 470) et qui a été aussi récemment obtenu à Paris et à Berlin avec les étincelles d'un courant d'induction magnétique. Je pris un cylindre de verre, dans lequel deux boules de laiton de 4 $^1/_2$ lignes de diamètre étaient rapprochées jusqu'à la distance de $^1/_2$ ligne. L'air fut raréfié dans le cylindre jusqu'à 2 lignes de pression du mercure, et le cylindre placé verticalement fut introduit dans le circuit du fil induit de l'appareil d'induction. Lorsque, dans cet appareil, l'une des pointes de contact fut unie avec le zinc, l'autre avec le cuivre d'un couple de Daniell, de telle sorte que les courants d'induction successifs eussent une direction opposée, les deux boules et leurs tiges furent recouvertes d'une lumière ondoyante, d'un bleu clair (bleu de lavande), et les segments sphériques des deux boules tournés l'un vers l'autre furent illuminés d'un bleu foncé et brillant (bleu de bluet). En renversant l'un des courants, de façon qu'ils eussent l'un et l'autre une même direction, on obtint l'illumination de l'une des deux boules seulement, tandis

que l'autre restait complétement obscure. L'expérience devient plus instructive si l'on n'emploie que le point supérieur de contact de l'appareil d'induction, et si l'on introduit un commutateur dans le circuit. Alors on peut rendre lumineuse à volonté dans le cylindre, la boule supérieure ou l'inférieure, l'autre restant obscure, et l'on s'assure que la boule lumineuse est toujours l'électrode négatif, c'est-à-dire la boule vers laquelle se dirige le courant dans le cylindre. Une expérience faite avec la machine électrique ordinaire démontra encore la chose plus simplement. Le cylindre de verre fut disposé de telle manière que des étincelles longues d'une demi-ligne passaient du conducteur de la machine à son armure supérieure, tandis que l'inférieure était unie au sol par un conducteur. En électrisant positivement le conducteur, la boule inférieure devenait lumineuse dans le cylindre; en l'électrisant négativement, c'était la boule supérieure qui s'illuminait. Remarquons en passant que, bien qu'ici comme précédemment, la lumière bleue recouvrit d'une manière durable toute la boule et sa tige, et que la boule opposée restât obscure, le phénomène offrait cependant un aspect moins agréable qu'avec l'appareil d'induction mis en activité par un couple de Daniell et de l'acide sulfurique très-étendu. Cela provient de ce que la machine électrique, d'ailleurs excellente, étant mue par la main, faisait succéder les courants moins régulièrement que l'appareil d'induction, dans lequel la succession des courants était régularisée par la lame oscillante.

Pour produire le phénomène de Neef, la lame oscillante n'est pas absolument nécessaire; un appareil très-simple peut suffire. On plaque sur un plateau une pièce métallique sur laquelle est soudée une lame de platine;

au-dessus se trouve une vis et une pointe de platine, de telle sorte que la pointe puisse être rapprochée à volonté de la lame. On intercala cet appareil entre les extrémités du fil de la bobine de l'appareil d'induction. J'observai la lame de platine et la pointe avec un microscope grossissant quarante-cinq fois, tandis que je faisais mouvoir la vis avec précaution. Lorsque la distance de la pointe à la lame fut assez grande pour qu'il ne passât plus d'étincelles, les deux parties restèrent obscures ; il en fut de même, lorsque, en diminuant la distance, le courant passa, et les étincelles parurent comme des lignes lumineuses, courbes et d'un grand éclat. En rapprochant davantage la pointe et le plateau, les lignes d'étincelles se succédèrent toujours plus rapidement et ne purent plus être séparées; tout d'un coup, le courant d'étincelles perdit son éclat, devint d'un blanc argent mat, et en même temps, selon la direction du courant, tantôt la pointe, tantôt le plateau s'illuminait d'une lumière d'un bleu profond. Cette lumière recouvrait une plus grande surface de la lame, et seulement le segment le plus extrême de la vis. Un phénomène secondaire est l'incandescence de petits points blancs qui apparaissent et disparaissent alternativement en grande quantité dans la lumière bleue, quelques-uns même à l'électrode obscur. Ces points sont des parcelles incandescentes de platine et se montrent en quantité beaucoup moindre, quand on remplace le platine de la lame et de la pointe par le plaqué de platine, fait par Siemens et Halske. Le phénomène lumineux de Neef se manifestait de la manière la plus frappante, lorsque je fixais à la vis un fin fil de platine et que j'en rapprochais beaucoup l'extrémité de la plaque ; aussitôt la plaque, comme électrode négatif, s'illuminait d'une lumière d'un bleu foncé; et le fil, devenant à

son tour électrode négatif, était revêtu sur une assez grande étendue de la lueur bleue. Comme cette étendue était d'une demi-ligne, je n'avais plus besoin du microscope, et je pouvais reconnaître clairement à l'œil nu la lumière bleue à la pointe ou sur la plaque.

Ces phénomènes lumineux, observés à l'air libre, sont, en apparence, identiques avec ceux que produit l'électricité dans un cylindre de verre, où l'air est peu à peu raréfié, et l'on peut supposer que les deux phénomènes sont identiques dans leur essence. L'étincelle électrique déchire la couche d'air, et en projette les particules qui se trouvent sur sa route. Lorsque l'étincelle passe entre une plaque et l'extrémité d'un fil qui y est dirigé normalement, il se détermine sur la plaque, sous la pointe du fil, un espace où l'air est raréfié, espace qui est de nouveau rempli par l'air qui est à la surface du fil, en sorte qu'immédiatement après que l'étincelle a eu lieu, l'air doit être aussi raréfié sur cette surface. Quand les étincelles se succèdent lentement, chacune d'elles fait cesser la raréfaction de l'air qui avait été produite par la précédente, et l'apparence des étincelles ne change pas; mais si la succession des étincelles est très-rapide, l'air demeure raréfié et l'électricité y devient visible à l'électrode négatif comme lueur, et au positif comme aigrette. La lueur est toujours unie à une projection de l'air et entretient ainsi la raréfaction. La circonstance frappante que, dans les expériences ordinaires à l'air libre, l'incandescence ne paraît que sur les points des conducteurs qui ont une grande densité électrique et ne peuvent se décharger par des étincelles, tandis qu'ici, au contraire, l'incandescence doit être précédée par les étincelles, s'explique par le fait que le courant d'étincelles ne joue dans ce cas d'autre rôle que celui de produire la

raréfaction de l'air. Dans l'observation de Neef sur la lame de l'appareil d'induction, l'effet des étincelles est soutenu par la lame oscillante, puisque les étincelles passent dans la couche d'air raréfié qui suit la lame lorsqu'elle s'éloigne de la pointe.

D'après cet exposé, le phénomène lumineux de Neef ne donne nullement la preuve qu'il y ait un dégagement de lumière dominant partout à l'électrode négatif; il n'est qu'un corollaire intéressant de l'expérience que, dans de l'air fortement raréfié et avec un faible éloignement des deux électrodes, l'électrode négatif seul éprouve une incandescence lumineuse, tandis qu'avec une moindre raréfaction et à une plus grande distance, l'électrode positif devient aussi incandescent. Ainsi Faraday fit passer dans une cloche de l'électricité entre deux tiges métalliques, dont les extrémités étaient distantes de quatre pouces, et vit les deux tiges couvertes de lumière incandescente sur une étendue d'un pouce; il vit s'illuminer une boule positive électrique, en face de laquelle se trouvait une pointe négativement électrisée. L'air était raréfié dans la cloche jusqu'à 4,4 pouces du mercure. Cependant, il faut remarquer que, si le phénomène de Neef est expliqué par là d'une manière empirique, c'est-à-dire ramené à un phénomène déjà connu auparavant, il n'en est pas moins vrai que le phénomène lui-même est très-mystérieux, et qu'on n'en connaît pas encore une théorie satisfaisante.

DE LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LA PILE ET DE LA LOI DES ÉQUIVALENTS ÉLECTRO-CHIMIQUES.

Plusieurs physiciens se sont occupés récemment de la décomposition de l'eau par la pile, et des résultats variables que produit cette décomposition, suivant que l'eau est distillée ou plus ou moins acide, suivant que sa température est plus ou moins élevée, suivant enfin que la surface des électrodes de platine est plus ou moins considérable. M. Meidinger[1] a remarqué que la quantité d'oxygène est le plus souvent inférieure à l'équivalent de l'hydrogène dégagé, surtout quand la température est basse, le courant intense, et l'eau fortement acide ; il attribue cette infériorité du volume de l'oxygène à la formation d'un bioxyde d'hydrogène qui reste dissout, et dont plusieurs phénomènes attestent la présence. Les circonstances qui favorisent cette formation sont les mêmes que celles qui déterminent la plus grande production d'ozone, ce qui me paraît naturel, puisque l'oxygène ozoné a une puissance de combinaison beaucoup plus grande, et, par conséquent, est beaucoup plus propre à former le composé de bioxyde d'hydrogène.

M. Soret[2] a trouvé que, si l'on place dans le même circuit l'un à la suite de l'autre, deux voltamètres parfaitement identiques et remplis l'un et l'autre de la même eau acidulée, mais exposés à une température différente, on observe un dégagement de gaz plus abondant dans celui qui est plus

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXV, p. 170.
[2] *Idem*, tome XXV, p. 175.

chauffé; ce qui peut tenir soit à ce qu'il ne se forme pas dans ce dernier de bioxyde d'hydrogène, soit à ce qu'il s'opère une recomposition partielle de l'eau dans le voltamètre froid, par le contact avec les fils de platine de l'hydrogène et de l'oxygène qui, à une température basse, est plus ou moins ozoné.

M. Jamin[1] a étudié surtout l'influence de la surface des électrodes sur la proportion des gaz dégagés, et la diminution de volume qu'éprouve l'hydrogène provenant de la décomposition électro-chimique de l'eau sous l'influence du platine. J'avais depuis longtemps signalé des phénomènes du même genre, et montré que le premier tient à une dissolution inégale des gaz dans le liquide, dissolution plus considérable pour celui des gaz qui se dégage sur l'électrode à plus grande surface[2], et que le second provient de la recomposition de l'eau qui s'opère au moyen de la combinaison qui a lieu sous l'influence du platine, entre l'hydrogène et l'oxygène de l'air dissous dans le liquide[3].

Enfin, M. Foucault, en plaçant sur la route du même courant deux voltamètres semblables remplis, l'un d'eau distillée, l'autre d'eau aiguisée de $^1/_{80}$ d'acide sulfurique, a réussi à n'obtenir dans le premier qu'un centimètre cube de gaz, dans le même temps où il en obtenait dix dans le second. Il a même réussi à n'obtenir dans l'eau distillée qu'une décomposition à peine sensible, tandis qu'elle était abondante dans l'eau acidulée, et cela en formant chacun de ses voltamètres d'un faisceau de lames de platine bien

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séances du 27 février et du 6 mars 1854.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 17 décembre 1838, et *Archives de l'Electricité,* tome I, p. 199 et suiv.

[3] *Archives de l'Electricité,* 1843, tome III, p. 528.

dressées, maintenues à une distance d'une fraction de millimètre les unes des autres, et constituées alternativement par un système de courants dans des états électriques opposés. M. Foucault en conclut que l'eau pure possède pour l'électricité une conductibilité physique propre et indépendante de toute décomposition chimique. L'expérience de M. Foucault, dont nous avons été témoins, est très-frappante effectivement, mais il nous est impossible, après l'avoir vue, de ne pas attribuer en grande partie son résultat à la recomposition de l'eau qui doit s'opérer facilement quand les deux gaz se dégagent sur des surfaces de platine à la fois aussi étendues et aussi rapprochées. M. Foucault répond à cette explication que, si elle est juste, la recomposition de l'eau devrait s'opérer aussi bien dans le voltamètre plein d'eau acidulée qui est parfaitement identique à celui qui est rempli d'eau distillée. Cependant, il n'est pas improbable que l'eau distillée dissolve mieux les gaz que l'eau acide, et favorise ainsi mieux leur combinaison. Il se pourrait aussi qu'une partie du courant électrique passât sous forme d'arc voltaïque directement d'une lame de platine à l'autre, les deux lames qui ont des électricités contraires étant à une distance si minime l'une de l'autre (une fraction de millimètre); ce mode de transmission serait d'autant plus possible, que la pile qui sert aux expériences est une pile de Grove de 20 couples, par conséquent à forte tension. Du reste, il serait facile, pour savoir si ces objections sont fondées ou non, de recueillir les gaz séparément et d'éloigner les unes des autres les lames de platine qui servent d'électrodes positifs et négatifs, sans diminuer leur surface. Sans nier la possibilité qu'une petite fraction du courant puisse traverser l'eau sans la décomposer, il nous est difficile d'admettre que cette fraction

puisse être aussi considérable et à peu près le courant tout entier, comme cela semblerait résulter de l'expérience que nous venons de rapporter [1].

Ainsi donc, les anomalies que présente dans bien des circonstances le phénomène de la décomposition de l'eau par la pile, tiennent-elles à des causes accessoires telles que la formation de produits secondaires, la dissolution des gaz en proportion plus ou moins grande, la combinaison de ces gaz pour la recomposition de l'eau, ou bien proviennent-elles d'un défaut de généralité dans la loi de Faraday sur les équivalents électro-chimiques? telle est la question importante qui se présente. Une solution générale et complétement satisfaisante de cette question n'est pas facile. Nous tiendrons nos lecteurs au courant de toutes les recherches qui seront faites dans le but d'y parvenir; pour le moment, nous leur ferons part de celles que viennent de publier M. Connel [2] et M. Despretz [3].

M. Connel se borne à rappeler qu'à l'occasion de ses expériences sur la décomposition voltaïque de l'alcool, il avait déjà remarqué qu'en faisant passer le même courant successivement à travers l'eau acidulée et l'eau distillée, il avait trouvé que l'hydrogène provenant de l'eau pure était en quantité moins considérable que celui qui provenait de l'eau acide. Ce résultat semblerait favorable aux conclusions de M. Foucault, mais ce qui l'est peut-être moins, c'est l'observation suivante de M. Connel. Ayant fait la

[1] Les curieuses expériences de M. Foucault, relatées dans la note ci-dessus (p. 126), nous paraissent, quoique moins directes, plus concluantes en faveur de la thèse que soutient cet ingénieux physicien.

[2] *Philos. Magaz.*, juin 1854.

[3] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 22 mai 1854.

même expérience avec une pile de 36 couples de cuivre et zinc plongés dans l'eau légèrement acidulée avec un mélange de deux mesures d'acide sulfurique et d'une d'acide nitrique, il observa qu'au bout de la première demi-heure, les quantités d'hydrogène recueillies étaient exactement les mêmes, que ce ne fut qu'après que l'action eut duré huit heures trois quarts, qu'une différence se montra et qu'au bout de vingt-quatre heures cette différence fut telle que dans l'eau distillée la quantité d'hydrogène n'était que de $^1/_{10}$ de pouce cube, tandis qu'elle était de $^2/_{10}$ dans l'eau acidulée.

Voici maintenant M. Despretz qui, rappelant ses travaux précédents sur la comparaison du travail intérieur au travail extérieur de la pile, dans lesquels il a incidemment traité la question qui nous occupe, fait connaître de nouvelles recherches instituées en vue de l'éclaircir d'une manière directe. Nous ne nous arrêterons pas sur celles qui conduisent M. Despretz à admettre, d'accord en cela avec d'autres physiciens et en particulier avec Faraday, qu'il passe à travers l'eau, ou tout liquide aqueux, une certaine quantité d'électricité qui ne produit point de décomposition, et que cette portion d'électricité inefficace transmise est très-petite. Nous nous bornerons à rapporter ici l'étude expérimentale que ce savant physicien a faite du troisième point le plus contesté, savoir: Passe-t-il des quantités d'électricité inefficaces très-différentes, à travers plusieurs voltamètres, dont chacun renferme un liquide d'une résistance particulière, ou, en d'autres termes, un courant électrique, traversant plusieurs voltamètres présentant à ce courant chacun une résistance particulière, décomposera-t-il dans ces divers voltamètres des quantités d'eau égales ou inégales? Voici l'exposé textuel des expériences que

M. Despretz a faites sur ce sujet, sur lequel nous reviendrons plus tard, nous-mêmes, et desquels il conclut que la loi de Faraday des décompositions électro-chimiques est sensiblement exacte.

«Dans une expérience faite avec douze éléments de Bunsen et trois voltamètres, il s'est dégagé en huit minutes $18^{cc},2$ dans chaque voltamètre. Le premier voltamètre était rempli d'eau pure contenant $\frac{1}{10}$ en volume d'acide sulfurique, le second renfermait $\frac{1}{20}$ d'acide, et le troisième $\frac{1}{100}$.

« Une seconde expérience a donné le même résultat, dans le même temps ; seulement le volume dégagé était de $18^{cc},24$: la température était de 9 degrés centigrades dans les deux expériences.

«Les tubes gradués, employés dans ces premières expériences, étaient cylindriques dans toute leur longueur. On n'a pas fait la correction exigée par la faible différence de la force élastique de la vapeur d'eau dans chacun des tubes; cette correction aurait peu changé les résultats, d'ailleurs ces tubes cylindriques ne donnent pas des mesures assez précises pour qu'on fasse les corrections.

« Ainsi, trois liquides très-différents par leur conductibilité ou leur résistance, traversés par le même courant, dégagent sensiblement la même quantité de gaz.

« On a remplacé l'eau contenant $\frac{1}{100}$ d'acide sulfurique en volume par de l'eau distillée. Ici la résistance de l'eau distillée a tellement affaibli le courant, qu'il a fallu employer 300 éléments pour obtenir un dégagement un peu marqué.

« Il passait de l'électricité même avec deux éléments, suffisamment pour dévier l'aiguille du galvanomètre d'un thermo-multiplicateur.

« Cinquante éléments produisaient, en plusieurs heures, une bulle de gaz équivalente au volume d'un petit pois.

« Avec 300 éléments l'intensité mesurée à la boussole des tangentes de 44 centimètres, était d'environ $\frac{1}{8}$ de degré.

« Il s'est dégagé $14^{cc},8$ dans le voltamètre à $\frac{1}{10}$ et dans le voltamètre à $\frac{1}{20}$; dans l'eau distillée, le volume a paru un peu plus grand, ce qui tient à un phénomène particulier qui s'est produit dans cette expérience.

« Chaque fil de platine du voltamètre passait dans un tube de verre, mais on fermait ces tubes et le voltamètre avec du mastic; chaque fil était aussi couvert de mastic jusqu'à une hauteur de 2 centimètres à peu près. J'ai remarqué dans le voltamètre à eau distillée, que l'hydrogène entraîne une matière blanchâtre, nacrée, qui se dépose sur les parois du tube. Cette matière tend à augmenter un peu le volume apparent du gaz dégagé. Nous venons de dire qu'elle est blanche, nacrée; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther; elle a une légère réaction alcaline, elle laisse un peu de chaux dans sa calcination.

« Pour éviter la présence de cette matière, j'ai soudé au fil le tube de verre qu'il traversait; de cette manière, il n'y a plus eu de contact du courant et la production de la matière blanche n'a plus eu lieu.

« Il est encore indispensable que le tube de verre s'élève à au moins deux centimètres, et que le fil de platine ne soit pas très-long (2 à 3 centimètres), sans quoi les bulles de gaz, très-petites, n'ont pas toutes la force ascensionnelle nécessaire pour vaincre le léger courant d'eau de haut en bas. Même avec ces dispositions, l'eau distillée pendant la décomposition est moins claire, les bulles sont encore plus divisées que dans l'eau acidulée.

« Une expérience faite avec cette nouvelle disposition a donné, en deux heures vingt-deux minutes :

« Eau acidulée au $\frac{1}{10}$, 13cc,57 ;

« Eau acidulée au $\frac{1}{20}$, le même nombre ;

« Eau distillée, 13cc,50.

« Une autre expérience dans laquelle on a remplacé l'eau à $\frac{1}{20}$ par de l'eau à $\frac{1}{2000}$, a donné un résultat semblable ; la température était de 15 degrés.

« Chaque expérience exigeant deux à trois heures pour être achevée, la pile ne pouvant guère être montée avant onze heures, j'ai porté le nombre des éléments à 400 ; et comme la chose essentielle était de comparer l'eau distillée à l'eau acidulée, je n'ai plus employé que deux voltamètres, l'un plein d'eau distillée, l'autre renfermant de l'eau mêlée avec $\frac{1}{10}$ de son volume d'acide sulfurique pur.

« J'ai aussi remplacé les tubes gradués ordinaires par des tubes présentant, dans une étendue de 8 centimètres de longueur, un diamètre de quelques millimètres ; le milieu de ce tube étroit correspondait à 10 centimètres cubes, et je pouvais estimer ainsi avec facilité des quarantièmes de centimètre cube.

« Il se dégageait environ 10 centimètres cubes en quarante-cinq minutes.

« L'eau pure s'échauffait considérablement, en sorte que les volumes mesurés sur les voltamètres auraient donné des résultats inexacts. On portait les tubes dans un grand vase plein d'eau à la température ordinaire.

« On a fait ainsi quatre expériences, qui ont été d'accord.

« Le résultat moyen est :

Eau pure, 10cc,19, Eau acidulée, 10cc,09,

à la tempériture de 12°,30.



« Le volume dégagé dans l'eau distillée est d'environ $\frac{1}{100}$ plus grand que le volume dégagé dans l'eau acide. Cette différence est réduite à $\frac{1}{144}$ si l'on fait la correction relative à la force élastique de la vapeur, qui n'a pas précisément la même valeur dans l'eau pure et dans l'eau acidulée.

« De ces diverses expériences, on peut conclure qu'un courant traversant plusieurs voltamètres, dont un contient de l'eau distillée pure, c'est-à-dire n'ayant aucune réaction alcaline ni acide, ne précipitant pas le nitrate d'argent, et dont chacun des autres renferme de l'eau acidulée à un degré particulier, décompose sensiblement, à $\frac{1}{144}$ près, la même quantité de liquide.

« Toutefois, je dois avouer que je ne considère pas ce $\frac{1}{144}$ comme la plus petite limite des erreurs possibles; je ne réponds pas, dans cette première communication, de plus de $\frac{1}{100}$. Pour diverses raisons qu'il serait inutile d'énumérer aujourd'hui, je suis, j'ose le penser, en mesure maintenant de mettre les expériences à l'abri des causes d'erreur, de manière à répondre au moins de $\frac{1}{200}$ de l'effet total; de sorte que, si la différence entre les quantités d'électricité efficace dépasse cette fraction, je l'apprécierai.

« D'après les expériences, je crois pouvoir affirmer que la différence entre les quantités d'électricité qui traversent efficacement plusieurs voltamètres, ne dépasse pas 1 centième. Si, dans une expérience publiée par le *Cosmos*, on a trouvé que la quantité de gaz dégagée dans l'eau pure est dix fois moindre que la quantité dégagée dans l'eau acidulée au $\frac{1}{50}$, c'est que la disposition et le faible écartement des électrodes facilitaient la combinaison des deux gaz; du moins, c'est là notre opinion.

« La décomposition de l'eau distillée est tout à fait ca-

ractérisée par les phénomènes qui l'accompagnent, la température s'élève vingt fois plus même que l'eau ne renfermant qu'au $\frac{1}{2000}$ l'acide sulfurique. Toute l'eau (plus de 1 litre) devient mousseuse, blanchâtre, effet produit par des milliers de molécules gazeuses, tandis que l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{2000}$ reste complétement transparente, et le dégagement du gaz se manifeste seulement à l'extrémité des fils, sous la forme d'un cercle de bulles, ayant pour centre l'extrémité du fil électrode. Cette dissémination des particules gazeuses m'avait fait penser qu'elles étaient peut-être dans un état favorable à la combinaison; pour soumettre cette idée à l'épreuve de l'expérience, j'ai recueilli les deux gaz dégagés par l'eau distillée, dans le même tube, tandis que je recueillais l'hydrogène seulement dans l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$. S'il se reformait de l'eau, le volume d'hydrogène devait surpasser les $\frac{2}{3}$ du gaz dégagé dans l'eau distillée. Si les deux gaz ne se recombinaient pas, le gaz hydrogène du tube gradué dans l'eau acidulée devait faire les $\frac{2}{3}$ du gaz dégagé dans l'eau distillée. C'est ce dernier résultat qui a été donné; je m'attendais au résultat contraire. Il est vrai que la distance des fils était de 12 millimètres environ. Je suis toujours disposé à croire que la combinaison aurait lieu, si la distance des fils avait été de 1 à 2 millimètres, et encore plus facilement si cette distance n'avait été que d'une fraction de millimètre. Je dois nécessairement confirmer ou infirmer cette vue par l'expérience.

« Le tube gradué dans lequel je recueillais les deux gaz réunis était pareil aux tubes gradués dont j'ai parlé plus haut; seulement, le milieu du tube étroit correspondait à 15 centimètres cubes. Cette manière de procéder est préférable, je pense, à l'emploi de l'eudiomètre; elle

est plus expéditive et plus précise. Ces tubes sont analogues à ceux que j'ai proposés, il y a plus de vingt ans, pour l'analyse de l'air.

« Il ne peut entrer dans mon esprit le désir d'affaiblir le moins du monde le mérite des travaux des jeunes et habiles expérimentateurs cités au commencement de cette note; mais l'Académie a accueilli avec bienveillance les diverses recherches que j'ai eu l'honneur de lui soumettre sur la pile depuis 1848. Je regarde comme un devoir pour moi de les défendre, même celles qui pourraient paraître les moins importantes.

« En résumé, à travers l'eau pure et les liquides aqueux, il ne passe qu'une très-petite quantité inefficace d'électricité, comme je l'ai admis en 1851 dans ma septième et dans ma huitième communication.

« Le volume de gaz hydrogène dégagé dans plusieurs voltamètres renfermant de l'eau pure, de l'eau acidulée à un degré particulier pour chaque voltamètre, est sensiblement le même. »

A. DE LA RIVE.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

15. — ETABLISSEMENT A EDIMBOURG D'UN SIGNAL RÉGULATEUR DE LA MARCHE DU TEMPS.

Il y a déjà longtemps qu'on a senti l'utilité, dans les villes où l'on s'occupe d'horlogerie et dans les ports de mer, d'établir des signaux publics indicateurs de la marche du temps, pour faciliter le réglage des horloges, des pendules et des chronomètres. C'est ainsi qu'à Genève on emploie pour cela, depuis plus de 70 ans, un coup de marteau battu sur une grosse cloche à l'instant précis de midi moyen. Dans d'autres localités, on tire un coup de canon à un instant déterminé. Depuis quelques années, on a substitué à ce dernier moyen, à l'observatoire royal de Greenwich, près de Londres, la chute d'une grosse boule, suspendue à un mât en un lieu où elle est visible de loin. C'est un appareil du même genre qui a été récemment établi à Edimbourg, sur la colline de Calton-Hill, au haut de la tour qui y a été érigée en l'honneur de l'amiral Nelson. Je vais extraire du N° de novembre 1853 de la feuille mensuelle de la Société astronomique de Londres quelques détails sur cet appareil, donnés par M. le professeur Piazzi Smyth, directeur de l'observatoire royal d'Edimbourg. Ils tendent, ce me semble, à montrer de plus en plus combien les progrès faits dans les diverses branches des sciences, et dans leurs applications, peuvent réagir avantageusement les uns sur les autres.

« Le principe le plus simple à adopter, dit M. Smyth, pour un signal indicateur du temps, est de laisser tomber, à un instant déterminé, un corps d'un aspect un peu remarquable. Ce corps doit être grand pour être vu de loin, sphérique pour être également visible dans toutes les directions, et peint en noir pour être bien vu en se projetant sur le ciel. Il doit encore être pesant, afin qu'il puisse tou-



jours descendre avec une égale vitesse, soit par un temps calme, soit lorsque le vent presse la boule de côté contre ses supports et retarde sa chute par l'effet de cette friction. Enfin, pour que l'instant du commencement de la descente de la boule puisse être observé avec toute la précision requise, il doit y avoir au sommet du mât un bâton transversal, formant la croix, avec lequel la boule soit en contact au haut de son point de suspension, afin que l'instant de la séparation de la boule de la dite traverse marque suffisamment celui du commencement de sa chute.

« Une grosse boule, de 4 pieds de diamètre, qui tomberait ainsi d'une assez grande hauteur, pourrait être brisée en morceaux, ou exercer un effet destructif pour l'édifice même sur lequel aurait lieu sa chute, si on ne parvenait pas à modérer la vitesse de cette chute et à en atténuer les effets. Dans les premiers appareils de ce genre, on avait eu recours pour cela à des cordes passant sur des poulies, et portant une série de contre-poids destinés à diminuer graduellement la vitesse de la chute. On avait aussi fait usage de ressorts d'acier pour affaiblir l'effet du choc. Mais ces moyens ont été reconnus insuffisants, ou bien ils ont été mis hors d'usage au bout de peu de temps. On a eu recours finalement à l'effet de la compression de l'air, pour obvier aux inconvénients signalés ci-dessus. Cette compression fournit, en effet, un ressort d'un effet modéré, qui ne s'altère point avec le temps, et qui, tout en agissant d'abord très-délicatement, peut offrir ensuite un moyen de résistance fort énergique.

« Pour mettre ce principe en action, une tige verticale a été ajustée au bas de la boule, et cette tige a été terminée, à sa partie inférieure, par un piston qui, pendant la descente de l'appareil, entre dans un cylindre bien tourné, et comprimant l'air qui y est renfermé, amène graduellement la fin de la chute.

« Si le cylindre eût été entièrement fermé à son extrémité inférieure, l'effet de l'élasticité de l'air comprimé aurait pu être trop grand, et produire une tendance à faire remonter la boule. Mais la simple ouverture graduelle d'une soupape inférieure permet à l'air de s'échapper en partie, à mesure qu'il est comprimé ; et lorsque



le piston est arrivé en bas, il reste si peu d'air dans le cylindre et il s'en échappe si vite, qu'il n'y a rien qui puisse faire rebondir la boule. »

L'appareil de détente à l'aide duquel la boule suspendue au haut du mât est rendue libre, n'est pas mis en jeu par le doigt d'un individu placé près de cette boule ; il l'est par une action électro-magnétique, qui a lieu à l'extrémité d'un fil aboutissant à la pendule de l'observatoire adjacente à l'instrument des passages de cet établissement, qui est situé à une certaine distance sur la même colline. Par ce moyen, l'instant du signal extérieur peut être transmis avec toute la précision d'une expérience de cabinet, et réglé par les observations les plus récentes de passages d'étoiles, servant à contrôler la marche de la pendule.

Lorsque la clarté du ciel permet d'observer les étoiles, on peut compter, à moins d'un dixième de seconde près, sur l'exactitude du temps. Mais quand le ciel est couvert pendant plusieurs jours de suite, comme cela n'arrive que trop souvent à Edimbourg et ailleurs, il pourrait y avoir quelque incertitude, et il vaudrait mieux, en ces jours-là, ne point faire mouvoir la boule que de risquer de lui faire donner une indication erronée.

Ici encore la science peut offrir quelque secours, grâce aux perfectionnements qu'elle a récemment introduits. Un mauvais temps soutenu règne rarement aux mêmes époques au sud de l'Angleterre et à Edimbourg. Si l'observation est possible à Greenwich, le résultat peut en être transmis immédiatement à Edimbourg, par la liaison de télégraphie électrique établie maintenant entre les deux observatoires, et le temps peut être ainsi réglé en ce dernier point avec la même précision que si l'observation y eût été faite.

Enfin, pour faciliter la manœuvre du remontage de la boule, on a proposé de l'effectuer à l'aide d'une masse fonctionnant en guise de contre-poids, qui serait détachée à un signal électrique donné depuis l'observatoire. Par ce moyen, le commencement de l'élévation de la boule deviendrait un aussi bon indicateur du temps que le commencement de sa chute, et on aurait ainsi deux signaux par jour, qui ne pourraient être confondus l'un avec l'autre.



Il paraît que les appareils de ce genre vont se multiplier en Angleterre, car, outre celui de Greenwich, il en existe maintenant un à Londres dans le Strand, un autre à Liverpool, et il va en être érigé un dans le port de Deal. C'est, en général, à 1 heure après midi, en temps moyen de Greenwich, que le signal est donné chaque jour. A. G.

---

16. — SUR LA PARALLAXE ANNUELLE DE LA 61me ÉTOILE DU CYGNE.

L'étoile de la constellation du Cygne qui porte le n° 61 dans le catalogue de Flamstead, est une étoile double, ou un petit groupe de deux étoiles, très-rapprochées en apparence, l'une de sixième, l'autre de septième grandeur, dont la distance mutuelle apparente correspond à un arc céleste d'environ 16 secondes. Ce qui distingue particulièrement ces deux petites étoiles, c'est leur mouvement propre considérable, qui leur fait décrire, à l'une et à l'autre, suivant la même direction, un arc d'environ 5 secondes par an ; ainsi elles se trouvent maintenant éloignées de plus de 5 minutes de degré du point de la sphère céleste qu'elles paraissaient occuper il y a 60 ans. Cette circonstance, en faisant présumer que ce groupe était plus voisin de notre sytème solaire que d'autres étoiles, avait particulièrement excité l'intérêt des astronomes vers la recherche des petits changements de position apparente dans le ciel, provenant seulement du mouvement annuel de la Terre autour du Soleil, qui pouvaient devenir sensibles sur ces étoiles, si elles étaient plus voisines que d'autres, et qui devaient conduire à la détermination de leur angle de *parallaxe annuelle*, ou, ce qui revient au même, du rapport de leur distance à la Terre, à la distance moyenne de la Terre au Soleil.

La conjecture faite sur le plus grand rapprochement où se trouve ce groupe de notre système solaire, comparativement à la plupart des étoiles fixes, a été ainsi vérifiée. Déjà MM. Arago et Mathieu avaient conclu d'observations de la 61me du Cygne, faites en 1812 à l'observatoire de Paris, avec un cercle-répétiteur de 3 pieds de



diamètre, que la parallaxe des étoiles de ce groupe ne devait pas être de plus d'une demi-seconde : en sorte que leur distance à la Terre était au moins de 412,000 fois celle de la Terre au Soleil. Ce n'était encore qu'une limite inférieure obtenue, mais il paraît qu'elle était déjà très-rapprochée de la véritable valeur.

On sait que le célèbre Bessel a obtenu, par deux belles séries d'observations micrométriques de ces étoiles, comparées à deux autres étoiles voisines, observations qui ont été faites de 1837 à 1840 avec le grand héliomètre de l'observatoire de Kœnigsberg, et dont les résultats sont bien concordants entre eux, une valeur moyenne de la parallaxe des étoiles de la 61me du Cygne d'environ $^1/_3$ de seconde, ou plus exactement de 0",348 ; valeur qui correspond à une distance à la Terre d'environ 592,000 rayons de l'orbite terrestre[1].

Dès lors, M. Peters, au moyen d'observations de distances zénithales circomméridiennes de ces étoiles, faites en 1842 et 1843 à l'observatoire de Poulkova, près de Pétersbourg, avec un cercle vertical d'Ertel de 43 pouces anglais de diamètre, dont la lunette a environ 6 pouces d'ouverture, a trouvé pour cette même parallaxe une valeur de 0",349 avec une erreur probable de 0",08. Ce résultat est, comme on le voit, presque identique avec celui obtenu par Bessel : mais M. Peters, en faisant au résultat de Bessel une correction ultérieure, pour l'effet de la température sur la vis micrométrique, est arrivé à la valeur 0",36 avec une erreur moyenne de ±0",016.

Enfin, pendant les années 1852 et 1853, il a été fait par M. Pogson, sous la direction de M. Johnson, une longue série d'observations de cette même étoile avec le nouvel héliomètre de l'observatoire d'Oxford, construit par Repsold[2]. On y a comparé la 61me du Cygne à deux étoiles différentes de celles choisies dans ce but par Bessel, et qui ont sur celles-ci l'avantage d'être assez lumineuses pour être mises en juxta-position avec celles de la 61me du Cygne, sans qu'on soit obligé de réduire l'ouverture d'aucun des segments de l'héliomètre.

[1] Voyez, pour plus de détails, *Astron. Nachr.* nos 365, 401 et 866; *Bibl. Univ.*, 2me série, tome XVIII, p. 182, et tome XXVIII, p. 399; *Archives*, tome XI, p. 207.

[2] Voyez *Monthly Notices*, février 1854, p. 123.



Le résultat des observations de ce genre faites à Oxford et déjà réduites, comprenant près de trois périodes de *maxima* et de *minima*, et traitées d'après le mode suivi par Bessel, a donné pour la parallaxe une valeur moyenne de 0",384 avec une erreur moyenne de ± 0",0182.

Il semble qu'après un tel accord, obtenu par des procédés divers et par de très-habiles astronomes, on ne pouvait guère s'attendre à ce qu'une autre série d'observations donnât un résultat assez notablement différent de ceux-là. C'est cependant ce qui est arrivé dernièrement, d'après le calcul qui vient d'être fait, par M. le professeur Woldstedt, des observations de M. Otto Struve de la 61me du Cygne, avec le grand équatorial de l'observatoire de Poulkova et avec un micromètre filaire. Il résulte d'une lettre de M. Struve à M. Airy, en date du 17 janvier de cette année, dont un extrait a paru dans le N° de mars des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, p. 159, que la valeur moyenne à laquelle M. Woldstedt est parvenu pour la parallaxe de cette étoile est de 0",523 avec une erreur probable de ± 0,039. Il est vrai que ce résultat n'est présenté encore que comme provisoire par M. Struve, et que l'erreur probable en est plus grande que celle des valeurs provenant d'observations héliométriques. Mais M. Struve n'en estime pas moins que les corrections finales à appliquer au résultat obtenu par M. Woldstedt n'excéderont pas $^1/_{50}$ de seconde. Je vais ajouter ici quelques détails, extraits de la lettre de M. Struve citée plus haut.

M. Woldstedt a calculé séparément la valeur de la parallaxe provenant des observations de distances mutuelles et de celles relatives aux angles de position;

les premières donnent la parallaxe de 0",542 ± 0",033;
les secondes » » 0",504 ± 0",045.

Le mouvement propre des étoiles de la 61me du Cygne déduit des observations avec l'équatorial, s'accorde, à un ou deux centièmes de seconde près, avec celui qui résulte des observations méridiennes. Aussitôt que M. Woldstedt a réduit les mesures à une même époque, par l'application de ce mouvement propre, M. Otto Struve a été en état d'indiquer si exactement, à la simple vue, les

époques des différents *maxima* et *minima*, que les époques réelles, calculées ultérieurement, n'ont différé en aucun cas de plus de dix jours de ses estimations. « Vouloir expliquer, dit-il, la différence entre la détermination de Bessel et la mienne, serait plus que je ne puis faire pour le moment. Peut-être provient-elle uniquement de l'accumulation d'erreurs accidentelles, en directions opposées dans les deux séries : mais il est plus probable qu'elle peut être attribuée, en partie, à l'action des mêmes causes extraordinaires qui ont évidemment altéré, à un plus haut degré, les observations de M. Wichmann, et sur lesquelles les recherches de M. Dœllen contiennent de très-curieuses indications.

« Il ne serait pas juste, ajoute M. Struve, en parlant des erreurs constantes ou systématiques auxquelles sont sujettes les mesures héliométriques, d'éviter de dire que mes propres mesures, faites avec un micromètre à fils, ne sont pas exemptes non plus de semblables erreurs. Au contraire, une longue série d'expériences faites sur de doubles étoiles artificielles, m'a indiqué de très-importantes corrections à appliquer à toutes mes mesures d'étoiles doubles, quand les étoiles sont très-rapprochées l'une de l'autre, et j'en ai déduit une formule empirique pour les angles de position des étoiles doubles dont les distances mutuelles sont comprises entre 0",8 et 6". A une distance mutuelle d'environ six secondes la méthode d'observation change, et on doit attribuer à cette circonstance que les coefficients des formules empiriques de correction diminuent rapidement depuis cette valeur. Ainsi, les erreurs systématiques disparaissent entièrement à la distance de douze secondes, ou sont incomparablement plus petites que les erreurs accidentelles d'observation. De là il résulte que ma détermination des parallaxes est tout à fait exempte de ces erreurs systématiques. Les erreurs constantes dans les mesures de distances sont, généralement parlant, moins importantes, et elles atteignent rarement un dixième de seconde de degré.

« Je pense que l'origine de ces erreurs dans les mesures d'angles de position est toute physiologique, et il est très-probable que tous les astronomes praticiens sont sujets à de semblables erreurs systématiques. Il est évident que les corrections qui en résulte-



ront changeront beaucoup les éléments des orbites d'étoiles doubles obtenues jusqu'ici, éléments qui sont, en général, déduits des angles de position observés. On ne devra admettre désormais, pour les calculs de ce genre, que les observations pour lesquelles les corrections personnelles auront été bien constatées, soit par des expériences directes, soit par la comparaison avec des observations corrigées. Mes recherches sur les erreurs constantes de mes observations ne sont pas encore terminées, parce qu'elles donnent lieu à bien des questions indécises. Je les continuerai vraisemblablement l'été prochain, et ce sera seulement quand elles seront achevées que je procéderai à la publication de mes quinze années d'observations d'étoiles doubles. »

On voit, par ce qui précède, que si les valeurs obtenues pour la parallaxe de la 61me du Cygne ne sont pas identiques, elles sont cependant comprises, maintenant, entre un tiers de seconde et une demi-seconde, et que la limite obtenue, dès 1812, pour cet élément, par MM. Arago et Mathieu, est bien confirmée. On ne doit pas trop s'étonner d'ailleurs, qu'une aussi petite quantité soit difficile à déterminer avec précision. Il paraît que les observations de M. Otto Struve sur les positions relatives des deux étoiles de la 61me du Cygne, ne lui ont pas manifesté jusqu'à présent un mouvement de révolution bien positif de l'une de ces étoiles autour de l'autre : en sorte que la période de 515 ans, qui avait été indiquée par M. Mædler comme une évaluation approchée de la durée de cette révolution, d'après des observations antérieures, n'est pas confirmée. On ne peut pas, par conséquent, savoir encore quel est le rapport des masses des étoiles de ce groupe à la masse du Soleil.

A. G.

GÉOGRAPHIE.

17. — Exploration du bassin de la Mer Caspienne par les Russes.

Lorsque Mouravieff fit, en 1819, un voyage remarquable à Bokhara, un siècle s'était déjà écoulé depuis que le génie de Pierre le

Grand avait dirigé les premières explorations des Russes sur les pays qui entourent la mer Caspienne. Ils ne se sont pas ralentis depuis lors. Sans parler du voyage de M. le baron de Meyendorff et de celui de Danilevsky, nous noterons les travaux de MM. Chodsko, Lemm, Blaramberg, Boutacheff et Bolotoff. La triangulation générale des pays caucasiens, commencée en 1847 par la mesure d'une base dans les plaines du district d'Elisabethpol, a été poussée par le colonel Chodzko des bords de la mer Noire à ceux de la mer Caspienne, et embrasse déjà tout le revers méridional de la chaîne australe du Caucase. En 1850, le même officier accomplit heureusement l'ascension de l'Ararat, avec des instruments géodésiques, pour y mesurer les angles verticaux des principaux points du réseau trigonométrique. Il a trouvé cette montagne haute de 15,912 pieds français, et le Petit Ararat de 3858 pieds moins élevé. M. Fedorov avait trouvé, en 1829, 16,069 p. pour le Grand, et 12,232 pour le Petit Ararat. Les mesures barométriques de Parrot leur attribuaient 16,251 et 12,271 p.—Le grand et beau lac Goktchaï, près d'Erivan, n'est pas à moins de 5,510 p. au-dessus de la mer, et se trouve bordé à l'est et au sud-est d'anciens volcans de 8000, de 10,000 et de 11,000 p. Un navire de l'Etat, placé sous les ordres du capitaine d'état-major Blaramberg, a consacré la belle saison de 1836 à l'exploration de la côte orientale de la mer Caspienne, région des plus inhospitalières et pauvre en ports, où l'expédition courut quelques dangers. Elle visita entre autres le golfe de Balkhan et le large lit de la rivière Aktama, que beaucoup de géographes persistent à considérer comme une ancienne embouchure de l'Oxus dans la mer Caspienne.

En 1838, M. le capitaine (maintenant colonel) Lemm, fut envoyé en Perse pour surveiller le transport de cadeaux destinés au schah de Perse et au gouverneur de Khôrassan. Il fut, en même temps, chargé de profiter de cette occasion pour déterminer la position géographique de tous les lieux remarquables sur sa route, et fut pourvu de deux baromètres, de quatre chronomètres, et des instruments astronomiques nécessaires à ses observations. Parti de Saint-Pétersbourg le 22 août 1838, M. Lemm se rendit à Teheran

par Astrakhan et Recht; il visita à Meched le gouverneur du Khorassan, et revint dans la capitale de la Perse par les bords de la mer Caspienne. Après un second séjour à Teheran, il revint par Tauris et Tiflis, et rentra à Saint-Pétersbourg, le 20 septembre 1839.

Le nombre total des positions déterminées dans cet intervalle de treize mois s'élève à 129, dont 83 appartiennent à la Perse; elles rectifient ce que l'on croyait savoir d'un petit nombre d'entre elles et même d'une quantité considérable pour les villes de Teheran, Sari, Kasbin et Mianeh. Sur 90 localités dont la hauteur a été mesurée, Teheran l'a été par 399 observations, dont la moyenne a donné 3579 pieds français; des observations correspondantes faites dans cette capitale pendant l'absence de M. Lemm au Khorassan, ont servi à connaître les hauteurs mesurées pendant ce voyage; celle de Meched est de 2865 pieds. La hauteur bien déterminée de la capitale a permis de mesurer trigonométriquement celle des deux plus hautes montagnes qui s'élèvent sur son horizon, le Scheinrunn (12,247 p.), et le fameux pic de Demavend (18,846 p.). La dernière était fort controversée, Frazer ayant trouvé 10,000 pieds, T. Thomson 14,000, Texier 4,548 mètres, tandis que M. de Humboldt indiquait dans son *Asie centrale*, vol. III, 3066 toises.

Les contours du lac Aral sont un des points sur lesquels les géographes ont le plus varié, faute de connaissances positives. Ce n'est qu'en 1847 que les Russes, ayant construit un fort à 60 kilomètres de l'embouchure du Syr-Daria, deux bâtiments de guerre et un troisième plus petit furent préparés à Orenbourg, et transportés en pièces, au travers du désert des Kirghiz, jusqu'au bord du lac Aral, où ils furent remontés et gréés. A la tête de cette petite escadre, M. Boutacheff a exploré les côtes du lac à l'ouest, à l'est et au nord. Les deux dernières sont bordées d'un cordon d'îles si nombreuses, que le nom du lac en dérive, *Aral* signifiant *île* dans le dialecte des Kirghiz. Dans les campagnes de 1848 et de 1849, les officiers russes tirent en outre la découverte de deux nouveaux groupes d'îles dont la principale reçut le nom de l'empereur Nicolas. On n'en avait jamais connu l'existence, parce qu'elle n'est visible d'aucun

point des côtes ; sa superficie, de 200 kilomètres carrés, est formée en partie d'un plateau calcaire assez élevé, en partie de collines et de plages sablonneuses semées de petits lacs salés, et surmontées çà et là de petits plateaux d'argile salée. L'île nourrit beaucoup d'antilopes *saïgas* dont la chair est un manger succulent, et qui ne témoignent aucune crainte à la vue des hommes ; on y trouve aussi des hérissons, des tortues de terre, des serpents, et l'on y a aperçu des traces de renards. Le lac Aral a 50 lieues de largeur, de l'est à l'ouest, 100 lieues dans sa plus grande longueur, du nord-est au sud-ouest, et une superficie d'environ 3270 lieues carrées, ou 109 fois celle du lac de Genève. Il paraît qu'il faut en retrancher deux appendices, dont on étendait ses extrémités sud-ouest et nord-ouest qui, s'ils ont existé, ont été du moins remplacés par des bas-fonds marécageux, par suite d'un desséchement graduel qui a fait disparaître l'une des embouchures du fleuve Syr. Des lignes d'anciens rivages, observées dans l'île de Nicolas et sur la côte occidentale du lac, confirmeraient la supposition d'un desséchement graduel de ce bassin. Toutefois, comme à cette hypothèse un grand nombre de savants ajoutent son ancienne réunion avec la mer Caspienne et un cours de l'Oxus différent de ce qu'il est aujourd'hui, nous croyons devoir leur laisser le soin de rechercher pourquoi l'Aral, quoique peuplé de silures, d'esturgeons et de beaucoup de poissons qui lui sont communs avec la mer Caspienne, ne nourrit cependant ni veaux-marins, ni crabes, ni plusieurs grands poissons communs dans cette mer. Un géographe persan, qui a visité le Turkestan (Maurer-en-nahr) à la fin du dixième siècle, Abou Ishak el Istakri, dit que sur toute la côte orientale de la mer Caspienne il ne se trouve pas une embouchure de fleuve, et place celle de l'Oxus dans la mer du Khowaresm (lac Aral). Le bras du Syr, nommé Kuvan Derya, barré par les Kara-Kalpacks, s'est graduellement desséché ; le grand bras qui subsiste encore n'a pas en automne plus de deux pieds et demi à quatre pieds de profondeur, rarement autant ; la fonte des neiges dans les montagnes où il prend sa source en élève le niveau de trois pieds et demi au plus, en juin et juillet. Le sable et le limon en comblent graduellement le chenal. C'est sur la rive

occidentale que s'est rencontré la plus grande profondeur du Lac Aral : elle ne dépasse pas trente-sept toises ; la portion du nord-est, appelée le Petit Lac, doit à son peu de profondeur de geler en hiver assez fortement pour porter des chameaux. Malgré ces basses températures (—18° R.) et la chaleur intense des étés, malgré les marécages couverts de joncs et de broussailles dont il est bordé, le lac Aral n'a pas un climat malsain. Ses eaux saumâtres ont le degré de salure du golfe de Finlande à vingt-cinq lieues à l'ouest de Cronstadt. Les tempêtes y sont fréquentes ; les vents de l'O.-N.-O. et de l'E.-N.-E. dominent. Dans ses marécages, où les roseaux s'élèvent quelquefois à la hauteur de vingt pieds, des multitudes de pélicans, de cormorands, de mouettes et d'hirondelles de mer s'abritent non loin des sangliers et des tigres assez nombreux même en hiver. (*Mémoire de l'Acad. des Sciences de St-Pétersbourg.* — Lettre du prince Em. Galitzin. *Bulletin de la Société Géogr. de Paris.* — *Journal de la Société Géogr. de Londres*, XXIII.)

P. C.

---

18. — MESURES HYPSOMÉTRIQUES PRISES DANS LA CAMPAGNE DE ROME, par des observations comparées au baromètre du Collége romain, élevé lui-même de 48^{m},73 au-dessus du niveau de la mer.

Tivoli, au sommet de la grande cascatelle, dans la partie supérieure de la ville, 188^{m},5 au-dessus de la mer. — *Tivoli*, niveau de l'Anio ou Teverone au bas de la ville, 24^{m},2, donnant à la rivière 164^{m},3 de chute dans la totalité de ses cascatelles. — *Marino*, extrémité supérieure de la ville, 368^{m},5. — *Rocca-di-Papa*, cime à laquelle la ville est adossée, 753^{m},7. — *Monte-Cavo*, à l'emplacement du temple de Jupiter Latialis, 921^{m},9. — *Genzano*, 437^{m},1. — *Aricia*, 419,2. — *Nemi*, 516^{m}. — *Lac de Nemi*, au niveau de l'eau, 310^{m},6. La différence de ces deux chiffres donne 205^{m},4 pour la hauteur des bords de cet ancien cratère, maintenant converti en un lac célèbre pour sa beauté. P. C.

19.—Découverte de nouveaux gisements aurifères au Cap de Bonne-Espérance.

Les journaux du Cap de Bonne-Espérance et plusieurs lettres particulières des premiers jours de février de cette année annoncent comme une chose certaine la découverte d'une assez grande quantité d'or aux environs d'Aliwall, de Smithfield et de Burgersdorp, localités situées dans la partie orientale de la colonie du Cap, entre Grahams Town et Graaf Reynett et sur les bords des rivières Caledon, Vaal et Mooi Dorp. Les pépites trouvées sont engagées dans du quartz, et leur poids varie de 20 à 54 grains.

PHYSIQUE.

20. — Mémoire sur la double réfraction temporairement produite dans les corps isotropes et sur la relation entre l'élasticité mécanique et entre l'élasticité optique, par M. G. Wertheim. (*Annales de Chimie et de Phys.*, février 1854. — Thèse de physique présentée à la Faculté des Sciences de Paris.)

On sait que toute action mécanique exercée sur une substance transparente et homogène produit des phénomènes de double réfraction avec de la lumière ordinaire qui traverse cette substance, ou, ce qui est la même chose, des phénomènes de coloration avec la lumière polarisée. M. Wertheim, dans un travail remarquable, a appliqué cette propriété à la mesure de l'élasticité et en particulier à la comparaison des effets de la traction et de la compression.

Les substances transparentes qu'il s'agissait d'étudier étaient taillées en parallélipipèdes. Il était nécessaire d'obtenir des compressions et des tractions uniformément réparties sur toute la pièce; sans cela on n'aurait pu obtenir des teintes plates avec la lumière polarisée. M. Wertheim exerçait les compressions en plaçant le parallélipipède sur la partie horizontale d'une pièce en bronze solidement fixée sur un établi; sur la face supérieure du parallélipipède on plaçait un plaque horizontale également en bronze, à laquelle on pouvait suspendre des poids. Une bande en caoutchouc vulcanisé et

plusieurs doubles de carton mince étaient interposés entre chacune des pièces de bronze et le parallélipipède pour égaliser la pression. Quant à la traction on l'effectuait en adaptant avec du mastic rouge le parallélipipède dans deux pièces en bronze, dont l'une était suspendue à un étrier solide fixé sur l'établi, et l'autre portait un anneau auquel on suspendait les poids. Ces procédés ont permis une égale distribution de la pression, condition qui est immédiatement indiquée par l'apparition d'une teinte plate quand la substance transparente est traversée par la lumière polarisée. Le rayon polarisé est produit par un prisme de nicol et l'appareil est muni aussi d'un prisme biréfringent. On peut combiner l'action mécanique avec l'action magnétique exercée par deux bobines électro-magnétiques.

Supposons qu'on se serve de lumière blanche, et que les sections principales du nicol et du prisme biréfringent soient à 45° : en plaçant une substance transparente homogène incolore et isotrope sans la comprimer, on aura l'image ordinaire blanche et l'image extraordinaire noire. Mais dès que l'on exercera une pression, et à mesure qu'elle augmentera, les images se coloreront successivement de toutes les couleurs des anneaux des lames minces, l'image ordinaire prenant des couleurs de la lumière transmise et l'image extraordinaire celles de la lumière réfléchie. D'après l'observation de ces couleurs, et en particulier de certaines teintes sensibles, on pourra déterminer les différences de marche du rayon ordinaire et du rayon extraordinaire. On a employé tantôt la lumière blanche, tantôt des rayons d'une couleur homogène.

Cette étude a amené M. Wertheim aux conclusions suivantes :

« 1° La double réfraction artificiellement produite, soit par une traction, soit par une compression, est, pour une même substance, proportionnelle aux changements linéaires que cette force mécanique produit suivant les axes principaux, et, par conséquent, proportionnelle aussi aux changements de volume du corps.

« 2° Les allongements et les raccourcissements temporaires que fait naître un poids donné, selon qu'il agit par traction ou par pression, ne sont ni si rigoureusement égaux entre eux, ni exactement



proportionnels à ces poids, tant que ceux ci sont relativement petits, mais ces différences disparaissent dès que les charges deviennent un peu considérables, et longtemps avant celles qui produisent les premières altérations permanentes sensibles.

« Si l'on porte les poids sur l'axe des abcisses, et les allongements et raccourcissements correspondants sur l'axe des ordonnées, les premiers au-dessous et les seconds au-dessus de cet axe, on obtient deux courbes semblables, sinon égales, dont la première est convexe et dont la seconde est concave vers l'axe des abcisses, qui se redressent insensiblement, et qui, pour des changements linéaires à peine mesurables par les moyens ordinaires, se confondent déjà avec la ligne droite, laquelle représente la proportionnalité entre les charges et leurs effets temporaires. Ces faits sont confirmés par les expériences directes faites par différents observateurs, expériences dont les résultats étaient seulement trop incertains pour mettre cette loi en évidence, cette confirmation résulte notamment des expériences de M. Hodgkinson, lorsqu'on les calcule de manière à ne tenir compte que des effets temporaires, et lorsqu'on a égard aux causes d'erreurs qui influent sur toutes les expériences directes par le moyen de la compression.

« 3° Les axes optiques coïncident avec les axes mécaniques pour tout corps véritablement isotrope, que ce corps ait été doué de la double réfraction négative au moyen d'une pression ou de la double réfraction positive au moyen d'une traction. La double réfraction ou la différence de marche entre les deux rayons ordinaire et extraordinaire, peut se déterminer très-exactement au moyen des teintes plates complémentaires que prennent les deux images d'un rayon blanc, lorsque les sections principales du nicol polariseur et du prisme biréfringent analyseur font un angle de 45° avec la direction de la force qui est appliquée au corps placé entre ces deux prismes. Dans les deux cas, les couleurs montent avec les charges, en suivant exactement la série des anneaux colorés de Newton ; mais pour les mesures, on ne peut guère se servir que des couleurs des sept premiers demi-anneaux : les couleurs des anneaux transmis sont celles de l'image ordinaire,

tandis que les teintes des anneaux réfléchis correspondent à l'image extraordinaire.

« 4° Abstraction faite des petites différences que nous venons de signaler, la double réfraction temporaire est indépendante de la hauteur et de la longueur de la pièce, proportionnelle au poids appliqué et au pouvoir biréfringent de la substance, et réciproquement proportionnelle à sa largeur et à son coefficient d'élasticité mécanique.

« 5° Le pouvoir biréfringent d'une substance isotrope, devenue temporairement biréfringente ne peut être exprimé que par la différence entre son indice ordinaire et son indice extraordinaire ; cette différence change seulement de signe, selon que l'on applique une pression ou une traction ; ce qui n'aurait pas lieu si l'on voulait exprimer le pouvoir biréfringent par une fonction des deux indices autre que la différence de leurs premières puissances.

« 6° La dispersion de double réfraction est insensible pour les substances que nous avons soumises aux expériences.

« 7° Les verres qui avaient été soumis à l'opération du refoulement ont cessé d'être des corps optiquement homogènes, et cette altération, entièrement distincte de ce qu'on appelle *la trempe de verre*, ne disparaît pas toujours par le recuit.

« 8° Le pouvoir biréfringent n'est pas le même pour différentes substances isotropes, on ne peut établir aucun rapport entre ce pouvoir et entre l'indice de réfraction ordinaire ou même la densité.

« 9° Par analogie avec le coefficient d'élasticité ordinaire ou mécanique E, nous appelons *coefficient d'élasticité optique* C le rapport entre la charge appliquée à l'unité de surface et la double réfraction qu'elle fait naître ; on a alors l'équation simple :

$$I_o - I_e = \frac{E}{C}$$

qui sert à déterminer le pouvoir biréfringent :

$$p = \pm(I_o - I_e)$$

(I_o et I_e sont les indices de réfraction ordinaire et extraordinaire.)

« 10° La valeur du pouvoir biréfringent étant une fois connue pour une substance, on peut se servir des phénomènes de double réfraction pour déterminer l'une quelconque des quantités qui entrent dans l'équation :

$$\pm P (I_o - I_e) = d. E. La$$

(P est la force de pression, La la largeur du parallélipipède soumis à la pression).

« 11° La plus importante de ces applications consiste dans la détermination de la force P, quelle que soit sa grandeur et son mode d'action. Le dynamomètre chromatique (voyez plus bas) donne immédiatement, et sans emploi d'aucun coefficient de correction la pression effective qu'exerce une presse à vis, un balancier, une presse hydraulique, un levier, etc. ; il pourra servir à faire connaître pour toutes les machines le rapport entre l'effet utile et l'effet théorique, à étalonner d'une manière exacte les manomètres ordinaires et à mesurer même des forces vives.

« 12° La même formule pourrait servir à déterminer le coefficient d'élasticité mécanique, si nous avions un moyen direct pour trouver l'indice extraordinaire I_e; mais en attendant elle m'a permis d'établir le coefficient optique du diamant et de fixer certaines limites entre lesquelles est compris son coefficient mécanique.

« 13° La différence de marche d étant indépendante de la longueur d'ondulation λ, si le rapport $\frac{d}{\lambda}$ doit rester le même pour des valeurs différentes de λ, il faut que P varie proportionnellement à λ ; ce qui fournit un moyen facile pour déterminer les longueurs d'ondulations, et pour décider si une lumière donnée est homogène, ou quels sont les différents rayons simples dont elle est composée.

« 14° Les phénomènes de rotation magnétique disparaissent dans tous les corps à mesure qu'ils cessent d'être mécaniquement homogène et optiquement isotropes ; il est à remarquer que parmi les corps naturellement biréfringents, ou rendus tels par l'emploi d'une force mécanique, ceux qui ont les pouvoirs rotatoires les plus énergiques sont en même temps doués des pouvoirs biréfringents les plus faibles. »



Le dynamomètre chromatique dont il est question, n° 11, est composé d'une plaque de verre comprise entre deux fortes plaques métalliques avec interposition de caoutchouc et de carton. Si un rayon de lumière polarisé traverse cette plaque dans le sens de sa longueur, et que les deux plaques métalliques reçoivent l'effort d'une machine, on obtiendra une certaine coloration qui permettra de mesurer la pression effectuée.

---

21. — SUR UN BAROMÈTRE DE POCHE, par M. C. BRUNNER. (*Poggend. Annalen*, 1854, n° 4, p. 585.)

Ce nouvel instrument se compose de deux parties que l'on transporte séparément et que l'on adapte l'une à l'autre au moment de s'en servir. L'une de ces pièces, analogues à la cuvette d'un baromètre de Fortin, est formée d'un cylindre creux en fer qui contient du mercure, dont le niveau peut être élevé ou abaissé par le mouvement d'une vis. Ce réservoir peut être fermé par un couvercle pour le transport, et pour éviter que le mercure ne se réchauffe lorsqu'on le tient à la main, la cuvette est enveloppée d'étoffes de laine.

La seconde partie se compose de deux tubes de verre concentriques. Le tube extérieur d'un assez grand diamètre est ouvert à sa partie inférieure, mais il est hermétiquement fermé à son extrémité supérieure par une pièce de cuivre traversée par le tube intérieur qui est ouvert à ses deux extrémités.

Pour faire une observation, on réunit les deux pièces qui peuvent se visser l'une sur l'autre. On élève le niveau du mercure en tournant la vis de la cuvette, et il est clair qu'au moment où l'extrémité inférieure du tube de verre central plonge dans le mercure, on a enfermé dans l'espace annulaire compris entre les deux tubes un certain volume d'air qui restera le même dans toutes les observations. On continue à élever le niveau du mercure dans la cuvette jusqu'à ce qu'il vienne affleurer à l'extrémité d'une pointe de fer placée à une hauteur convenable. On amène donc la masse d'air à un volume plus petit, et dans toutes les expériences la compres-

sion que l'on exerce est la même. En même temps, en vertu de l'accroissement de la force élastique de l'air intérieur, le mercure monte dans le tube central, qui est ouvert à sa partie supérieure, d'une quantité qui dépend de la pression initiale de l'atmosphère. Pour déterminer exactement la hauteur de la colonne soulevée, une tige terminée en pointe à sa partie inférieure peut s'élever ou s'abaisser dans l'intérieur du tube central au moyen d'une crémaillère, et une échelle adaptée à cette tige indique immédiatement la distance de l'extrémité de cette dernière pointe que l'on fait affleurer à l'extrémité supérieure de la colonne mercurielle, à l'extrémité de la pointe dont nous avons parlé, et qui correspond au niveau inférieur du mercure.

Soit h la hauteur que l'on trouve ainsi et qui représente l'accroissement de pression que l'air a subie.

Soit H la pression barométrique inconnue.

Soient v et v' le volume initial et le volume final qu'occupe l'air à l'intérieur de l'appareil.

Si l'on admet la loi de Mariotte pour cet air on aura :

$$v : v' : H + h : H$$

d'où $$H = \frac{v'}{v - v'} h$$

Ce rapport $\frac{v'}{v-v'}$, par lequel on doit multiplier la hauteur h que l'on observe pour avoir la hauteur du baromètre, sera constant dans toutes les expériences, et il suffira de déterminer ce coefficient constant, une fois pour toutes, en faisant une comparaison avec un baromètre ordinaire.

M. Brunner avait trouvé que la valeur de ce coefficient était 4,428 pour son appareil. Pour apprécier la valeur de cet instrument, il l'a comparé à plusieurs reprises avec un baromètre ordinaire : dans les dix comparaisons qu'il a citées, les erreurs maxima sont $+2^{mm},1$ et $-0^{mm},9$. Il attribue principalement ces divergences aux changements de température que l'air peut subir pendant l'observation.

Il nous semble qu'il y a une cause d'erreur bien plus importante

qui peut amener à des différences encore plus considérables : c'est l'état d'humidité de l'air. Si l'on peut admettre la loi de Mariotte pour l'air sec ou éloigné de la saturation, il n'en est plus ainsi quand il est saturé de vapeur d'eau : la compression détermine alors une condensation d'eau. Supposons que l'on fasse l'expérience dans ces circonstances ; désignons par f la tension de la vapeur d'eau à saturation à la température à laquelle on opère, et conservons les mêmes désignations que précédemment pour les autres quantités qui entrent dans le calcul, on aura alors :

$$H = \frac{v'}{v-v'} h+f$$

au lieu de $H = \frac{v'}{v-v'}$,

Ainsi si l'on avait déterminé le coefficient constant $\frac{v'}{v-v'}$, avec de l'air assez sec pour qu'il n'y ait eu aucune condensation, et que l'on voulût ensuite faire une observation dans de l'air saturé à 30° (pour prendre un cas extrême), on ferait une erreur de 31^{mm} environ. Même sans supposer un état de saturation complet, on sait que dans des vases de *verre* la loi de Mariotte cesse d'être vraie bien avant le point de saturation, parce que l'affinité hygroscopique des parois de verre détermine une condensation de vapeur. Il est probable que si l'on a déterminé le coefficient constant par un temps d'une certaine humidité, à peu près toutes les fois que le temps sera plus sec, le *baromètre de poche* donnera une hauteur trop considérable, et quand on l'observera par une humidité plus plus grande, la hauteur obtenue sera plus faible. L. S.

---

22. — SUR UN MOYEN DE PRODUIRE UN ESPACE VIDE D'AIR PAR UN PROCÉDÉ CHIMIQUE, par M. C. BRUNNER.

M. C. Brunner a imaginé, pour faire le vide dans un appareil, un procédé qui pourra être utilement employé dans certains cas et suppléer à une machine pneumatique si l'on n'en a pas à sa disposition. La méthode qu'il emploie consiste à remplir l'appareil avec de l'acide carbonique, que l'on absorbe ensuite par la chaux hydratée.

Supposons que l'on veuille faire le vide sous une cloche : on choisira une cloche portant une tubulure ; on la disposera sur un plateau de verre dépoli qui devra la fermer hermétiquement. Sous la cloche on placera d'abord un vase contenant de l'acide sulfurique concentré, puis une petite coupe plus élevée remplie de chaux vive. On fait alors arriver un courant rapide d'acide carbonique par un tube abducteur qui traverse la tubulure de la cloche et amène le gaz au fond de l'appareil Quand l'acide carbonique a chassé tout l'air, on enlève l'appareil de dégagement et on ferme hermétiquement la tubulure par un bouchon traversé par un tube de verre qui a la forme d'un tube de thermomètre recourbé, dont la boule remplie d'eau reste à l'extérieur. et dont l'extrémité effilée vient s'ouvrir à l'intérieur de la cloche au-dessus de la chaux vive. L'acide carbonique n'étant pas sensiblement absorbé par la chaux vive, l'appareil jusqu'ici reste rempli de gaz ; mais si l'on chauffe la boule qui contient l'eau, celle-ci est chassée sur la chaux qui s'hydrate et absorbe alors rapidement l'acide carbonique. L'acide sulfurique que l'on a placé aussi sous la cloche est destiné à absorber l'humidité. On parvient de cette manière à raréfier assez le gaz pour qu'il ne présente plus que 1^{mm} de tension.

On arrive aussi à de bons résultats en remplissant l'appareil de gaz ammoniac que l'on absorbe ensuite en introduisant de l'acide sulfurique de la même manière qu'on introduisait de l'eau dans le cas précédent.

---

23. — CHANGEMENT DE LA SURFACE DE LA GUTTA PERCHA, par M. P. RIESS (*Annales de Poggendorff*, 1854, N° 3).

On observe que la gutta-percha, dont la couleur primitive est brune, présente, au bout de quelques mois, des places d'une teinte bleuâtre; la gutta-percha, d'une couleur brun foncé, subit plus facilement ce changement que la gutta-percha brun clair, et la chaleur paraît accélérer cette transformation. La gutta-percha non altérée prend l'électricité négative lorsqu'elle est frottée par la plupart des autres corps ; M. Riess a observé le fait curieux que lors-

qu'elle a subi l'altération dont nous venons de parler, elle prend l'électricité positive par le frottement; le mica, le diamant et la fourrure sont les seuls corps qui puissent encore l'électriser négativement.

---

24. — NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA VISION, SUIVIES D'UN ESSAI DE DISCUSSION BASÉ SUR LES PRINCIPES DE L'OPTIQUE, par J.-P. DEPIGNY. Paris, chez Franck; br. in-8°.

L'auteur, ancien élève de l'école polytechnique et ingénieur des ponts et chaussées, a remarqué chez une personne d'âge moyen une altération de la vue qui jusqu'ici semble peu connue. L'étude de cette altération a conduit M. Depigny aux expériences suivantes :

« Cette personne étant assise, on place en face d'elle une bougie allumée ou une lampe. Elle voit alors la flamme d'une manière parfaitement distincte, sans couleurs étrangères, telle enfin que la verrait tout autre individu bien portant. Immédiatement autour de cette image est un disque de lumière roussâtre; puis, vient une auréole circulaire composée des couleurs de l'arc-en-ciel, le bleu en dedans, le rouge en dehors. Au delà, se trouve un peu de lumière diffuse, et, enfin, une obscurité complète indéfinie. Cette expérience s'effectuant dans une chambre, c'est-à-dire dans un espace limité, la figure colorée que nous venons de décrire se projette sur la muraille du fond, et l'on peut y marquer ses contours d'une manière assez visible pour l'observateur, ce qui lui permet de faire les remarques suivantes :

« L'auréole est ronde quoique la flamme qui la produit soit allongée. Le centre paraît être le point le plus éclatant de cette flamme.

« Chaque œil produit séparément une auréole de même grandeur et de mêmes teintes, et quand les deux yeux regardent ensemble, elles se recouvrent en apparence exactement; dans la rigueur géométrique, elles doivent un peu différer, et déborder, l'une à droite, l'autre à gauche.

« L'emplacement de la lumière ne change pas la grandeur de

l'auréole projetée sur le mur. On peut la rapprocher de l'œil ou l'en éloigner, rien ne bougera, pourvu que la distance de l'œil au tableau soit constante. Cela vient de ce que l'auréole sous-tend toujours un angle de 7° 40′ dont le sommet est au centre optique de l'œil. Cet angle étant invariable, il en résulte que l'image de l'auréole peinte sur la rétine, par le moyen de laquelle l'âme aperçoit celle qui lui apparaît sur le mur, a des dimensions fixes, quoique le corps lumineux qui l'engendre soit tantôt plus près, tantôt plus loin de cette membrane, et ait des dimensions variables et étendues comme celui d'une flamme de lampe ou de bougie, ou de réverbère, ou celles de la lune dans ses diverses phases. En adoptant les dimensions de l'œil rapportées par Pouillet (tome I, p. 222) le calcul donnerait à cette image sur la rétine un diamètre total de $1^{mm},87$.

« L'épaisseur de l'auréole, depuis le rouge extrême jusqu'au bleu extrême et intérieur, est le plus souvent du tiers de la longueur du rayon. Elle paraît quelquefois plus petite, c'est lorsque, par l'emploi d'un écran, certains rayons incidents sont supprimés. Les couleurs sont réparties comme dans le spectre solaire des physiciens; moitié de la largeur appartient aux couleurs participant du bleu, un quart à l'orangé et un quart au rouge.

« Le degré de convergence ou de divergence des rayons lumineux qui forment le faisceau admis dans l'œil, n'a, comme nous avons vu, aucune influence sur les dimensions de l'auréole. On se confirme encore dans cette observation en armant les yeux de besicles de numéros divers, et toujours l'auréole est la même, comprise dans un angle de 7° 40′.

« Nous avons voulu constater que les divers cercles de cette figure appartiennent bien réellement à des cônes, mais nous ne sommes pas arrivés à des résultats assez certains pour affirmer que ces cônes doivent être remplacés par des hyperboloïdes de révolution. Des mesures précises, susceptibles de déterminer des courbures infiniment légères, ne sont pas faciles à saisir dans un spectre dépourvu de lignes de repères. Avant Frauenhoffer les physiciens se trouvaient dans le même embarras vis-à-vis du spectre de Newton.

« Depuis le commencement de mai, où les expériences ont été

entreprises, jusqu'à la fin d'octobre, l'angle de 7°40′ pour la distance de 3270^{mm} n'a pas varié. Les yeux du malade n'ont donc pas changé de situation. L'auréole a conservé, pendant ces six mois, ses dimensions et ses apparences, sauf dans certains moments où des modifications passagères ont pu être observées. Ainsi, certains jours étaient impropres aux expériences, parce que l'auréole ne se dessinait pas; quelquefois elle était trop faible, d'autres fois elle se trouvait remplacée par un disque lumineux d'une blancheur éclatante, qui ne dépassait pas l'étendue du brouillard central de l'auréole ordinaire.

« Quand l'auréole se dessinait à deux mètres de distance de la lumière, elle disparaissait si l'observateur s'éloignait ou s'approchait. Enfin, dans l'intervalle d'une demi-heure, toutes ces variations se succédaient souvent. Le mal de tête où la fièvre donnaient naissance à deux auréoles tricolores, concentriques, savoir l'ordinaire de 7° 40′ de largeur, et une nouvelle intérieure plus étroite de moitié, remplissant la place de ce que nous avons appelé brouillard rougeâtre central. On a même aperçu un troisième arc-en-ciel, en dehors des deux autres par l'effet d'une colique violente, que produisit un dérivatif. Ici, quel que soit le nombre des arcs-en-ciel, l'ordre de leurs couleurs est toujours le même, et ils se touchent; tandis que dans ceux produits par le soleil, cet ordre est inverse de l'un à l'autre, et chaque arc est séparé de son voisin par un espace privé de lumière colorée.

« De toutes ces remarques, il faut tirer la conclusion que l'intensité de la cause du phénomène n'est pas plus fixe que ses effets, quoiqu'elle existe toujours. Elle ne réside donc pas dans une altération permanente de forme, de densité, de diaphanéité ou de réfringence des solides ou des liquides. Elle est le produit de modifications variables.

« La flamme de la bougie a une certaine étendue en longueur et largeur qui n'est d'aucune conséquence; toujours l'auréole est ronde, ainsi qu'elle a été produite par un simple point lumineux, par un réverbère à gaz, par la lune ronde ou en quartier. Ici tout est symétrique autour de l'axe du faisceau lumineux, quoique des

rayons plus ou moins écartés de lui et d'un éclat tout aussi grand paraissent devoir donner naissance aux mêmes effets, et, circonstance bien remarquable, ni la force, ni l'étendue du corps lumineux ne sont des causes d'altération des diverses parties du tableau ; la pâle bougie et le carcel le plus fort engendrent l'un et l'autre la même auréole de 7° 47′ d'envergure.

« Tout restant disposé comme dans la précédente expérience, on ajoute une ou deux bougies ou davantage, assez écartées l'une de l'autre pour ne pas se confondre. Dans ce cas, l'observateur voit ensemble autant d'auréoles que de lumières, et les distingue naturellement plus ou moins bien, suivant leur position à l'égard des limites du champ de vision. Ces auréoles pourront se toucher, se croiser, se pénétrer sans confusion, comme les ondes d'un liquide agité se croisent sans se nuire. Et, au milieu de tous ces arcs colorés, les images des bougies demeurent inaltérables, pareilles à des rochers situés au milieu des vagues de la mer.

« Ainsi, le même point de la rétine est en même temps occupé par la sensation qui appartient à l'œil sain, et par celle de l'œil malade. Nul indice ne se distingue de sphère d'influence plus ou moins étendue de l'une sur l'autre. Enfin, quelle que soit l'obliquité de l'axe optique, c'est-à-dire de la ligne qui vient du milieu du point brillant au centre optique et se prolonge jusqu'à la rétine, l'auréole conserve sa rondeur parfaite, par conséquent la pupille est sans influence aucune ; la forme du cristallin, celle de la rétine sont aussi indifférentes. Je ne parle pas du point jaune que divers anatomistes ont reconnu dans l'œil humain, et qu'il m'a été impossible de retrouver dans le bœuf et le mouton ; il est évidemment étranger à ce qui se passe ici.

« *Autre expérience.* L'observateur reste toujours en face de la bougie, et la voit entourée de l'auréole complexe qui a été décrite plus haut ; mais il place devant son œil, et assez près, un diaphragme dont le diamètre soit égal à celui de sa pupille, ou plus grand. Dans ce cas, aucun changement n'est opéré au tableau qu'il regarde. S'il prend ensuite des diaphragmes plus petits, des altérations se feront remarquer avec des circonstances

dépendantes de la grandeur de ces diaphragmes. Le diamètre de deux millimètres est celui qui donne à l'auréole les couleurs les plus éclatantes. Chaque cercle prend une teinte vive et nette, et la largeur totale du spectre est un peu réduite. Le centre n'est plus occupé par cette lumière qûe nous avons appelée brouillard rougeâtre; cet espace est devenu complétement noir, et l'image de la flamme s'y dessine avec la plus grande netteté. Une certaine quantité de lumière diffuse, qui paraissait répandue sur toute l'auréole, a donc été supprimée par le rétrécissement du faisceau incident. Si le brouillard central se fût trouvé remplacé par une auréole tricolore, elle se serait également évonouie comme lui.

« Plusieurs lumières considérées simultanément donnent ensemble les mêmes résultats que si chacune d'elle était observée en particulier.

« Avec des diaphragmes plus petits les phénomènes sont les mêmes; mais, à partir d'un millimètre, la source de lumière que nous avons employée ne conservait plus assez de force pour donner au tableau toute la netteté qui pouvait le rendre bien distinct. Finalement, lorsque le diaphragme n'avait plus qu'un demi-millimètre, on ne voyait que l'image affaiblie de la flamme au milieu d'un fond parfaitement obscur.

« Ainsi, par le moyen d'un diaphragme, on supprime en même temps les couches extérieures du faisceau lumineux incident et les parties centrales du tableau dessiné sur la rétine, sauf l'image qui demeure plus nette au foyer même du cristallin. Sans la persistance de l'arc tricolore, qui a 7° 40′ d'ouverture, ce qui arrive ici serait identique avec ce qui est produit dans les télescopes, par l'application d'un diaphragme sur l'objectif.

« Nous avons vu l'effet d'un diaphragme dont le centre serait placé sur l'axe du faisceau lumineux. Maintenant, faisons mouvoir ce diaphragme dans son propre plan : approchons un de ses bords du même axe, et aussitôt nous verrons disparaître ensemble deux arcs opposés de l'auréole, deux parties de sa circonférence, perpendiculaires à la direction du mouvement.

« Au diaphragme substituant un écran rectiligne, les mêmes ef-



fets sont encore produits. A mesure que l'écran s'approche de l'axe du faisceau, l'image et son auréole deviennent plus nettes; bientôt le brouillard central disparaît, et l'auréole se réduit à un cercle tricolore de couleurs très-pures. Quand le bord de l'écran écorne le côté de cet arc dont il est voisin, le côté opposé se trouve aussi pareillement écorné, et, enfin, lorsque ce bord est près du centre, les deux petits spectres donnés par les diaphragmes figurent encore ici, et finalement s'évanouissent, si l'axe vient à être masqué.

« Quand l'œil de l'observateur, mal disposé pour des expériences, ne voit pas l'auréole autour de la lumière, le diaphragme ou l'écran la fait apparaître, comme une figure magique évoque les fantômes, et les oblige à comparaître devant le magicien. Souvent nous nous sommes amusés à faire pareille violence à des réverbères éloignés ou à l'astre solitaire. Quand le cercle tout entier ne répond pas à cette espèce d'incantation, au moins se fait-il représenter par deux portions opposées, perpendiculaires à l'écran.

« Ce qui est très-remarquable dans cette expérience, c'est la corrélation des bords opposés de l'auréole. Quant au reste, on peut facilement l'expliquer au moyen de quelques suppositions probables. C'est donc là la difficulté.

« Le diaphragme ni l'écran ne portent atteinte à l'angle que soutient la couronne tricolore; ils renforcent les trois couleurs principales, et donnent au bleu une intensité qui le fait persister après que l'affaiblissement de la lumière a effacé toutes les autres. Quant à l'image du corps lumineux, elle reste d'abord nette et vraie, mais finalement elle subit l'altération signalée dans la première expérience.

« Il est bien remarquable que l'image de la flamme et son auréole se comportent ici d'une façon tout à fait contraire ; car, lorsque les couleurs de l'une s'effacent, elles reparaissent à l'autre dans une direction opposée autant par leur direction que par leur situation relative. »

Après cette exposition des phénomènes, M. Depigny entre dans une description de l'œil, dans laquelle il discute théoriquement les

courbures indiquées par M. Chossat, et l'influence des milieux réfringents dont se compose l'organe sur la route des rayons. La conclusion de ce travail est que : « Dans le cas où, par l'effet de l'âge ou bien d'un travail excessif, la force réfringente de l'œil viendrait à diminuer, tandis que sa force dispersive recevrait un accroissement, l'organe éprouverait des illusions qui seraient faciles à préciser. Il verrait, comme dans l'une des expériences précitées, une image vraie entourée d'une auréole circulaire tricolore. »

---

25. — QUELQUES OBSERVATIONS FAITES AVEC L'OZONOMÈTRE DE SCHŒNBEIN, par M. WOLF.

Les observations dont les résultats sont consignés plus bas ont été faites à Berne pendant l'année 1853. On sait que l'ozonomètre de M. Schœnbein consiste dans des bandes de papier recouvertes d'une solution d'iodure de potassium dans l'amidon. On expose ces bandes pendant un temps assez long (M. Wolf avait adopté l'espace de douze heures), à l'air atmosphérique, puis on les plonge dans de l'eau pure pour les comparer à une échelle de couleur passant du blanc, qui, est le 0° de la division, au violet obscur qui est de 10°. Voici le tableau des moyennes pour chaque mois, résultantes de deux observations faites chaque jour :

Décembre	9,3	Mars	13,2	Juin	8,7	Sept.	6,8
Janvier	9,4	Avril	12,6	Juillet	4,7	Oct.	5,2
Février	13,0	Mai	13,0	Août	7,1	Nov.	5,2
Hiver	10,57	Print.	12,93	Été	9,83	Aut.	5,73

Il résulte de ce tableau que le maximum de la réaction tomba, en 1853, sur le printemps, et le minimum sur l'automne, tandis qu'en général, le maximum a lieu en hiver, et le minimum en été. Mais il paraît que l'année 1853 s'est montrée anormale aussi bien sous ce rapport que sous les autres.

Voici encore un relevé comparatif des observations de l'ozonomètre et des autres observations météorologiques :

	Moyenne des réactions diurnes d'ozone selon les jours d'observations.	selon les mois d'observations.
Beaux jours	4,86	9,02
Jours pluvieux	11,40	8,59
Jours neigeux	14,15	10,81
Jours d'orage	10,92	8,30
Jours nébuleux	5,13	9,02
États barométriques élevés (au-dessus de 720^{mm}) . .	4,69	6,26
États barométriques bas (au-dessous de 700^{mm}) . . .	12,00	10,02

Rapport entre la direction des vents et les observations de l'ozonomètre :

N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
8,4	—9,6	—5,0	—6,0	—9,4	—11,8	—11,8	—9,8
6,8				11,2			

En résumé, les réactions de l'ozone sont au-dessous de la moyenne pendant les beaux jours, les brouillards secs et les vents d'est, tandis qu'elles s'élèvent au-dessus de la moyenne pendant les vents d'ouest, les orages, les jours de pluie et surtout pendant les fortes chutes de neige[1].

---

26. — Note sur la production des courants pyro-électriques, par M. Becquerel. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 22 mai 1852.)

Sous le nom de courants pyro-électriques, M. Becquerel désigne les courants dont il a constaté que la production a lieu quand on combine l'action de la chaleur à un haut degré avec celle des affi-

[1] Les observations de M. Wolf sont une preuve que l'état ozoné de l'oxygène de l'atmosphère, est bien dû à l'effet de l'électricité atmosphérique, puisque c'est dans les circonstances météorologiques où cette électricité est la plus forte, que l'air renferme le plus d'ozone. (R.)



nités. Ces courants, qui sont à force constante tant que la température ne varie pas très-sensiblement, sont produits toutes les fois que des substances métalliques ou autres, conductrices de l'électricité et solides, sont en contact avec le verre ou toute autre substance vitreuse à l'état de fusion ignée ou ramollie par la chaleur; mais le maximum d'effet n'a lieu que lorsque la substance est fondue. Voici quelques-unes des expériences par lesquelles M. Becquerel a reconnu l'existence de ces courants, et comparé leurs effets.

1° Si, dans un fourneau rempli de charbons allumés, on place une tige de fer doux et une tige de cuivre, en relation chacune avec les bouts du fil d'un multiplicateur ordinaire, au moyen d'un fil de cuivre et d'un fil de fer, l'aiguille aimantée n'est pas déviée, quelle que soit la température; il ne se dégage donc pas d'électricité. Mais il n'en est plus de même si l'on introduit la tige de cuivre dans un tube de verre peu fusible, et dont on porte la température jusqu'au point de fusion. Si l'on place dans le circuit un multiplicateur et une boussole des sinus, on reconnaît que, bien avant que le verre ait atteint la température rouge, l'aiguille du multiplicateur est déviée; en continuant à chauffer jusqu'à la fusion, le courant augmente d'intensité, atteint un maximum et reste constant. Bien avant ce terme, il faut retirer le multiplicateur pour ne plus faire usage que de la boussole des sinus. Ce courant est dirigé du fer au cuivre, au travers du charbon et du verre, c'est-à-dire que le fer, pendant son oxydation, dégage de l'électricité négative, et le cuivre, dont la surface reste claire et décapée, rend libre de l'électricité positive. On voit par là que le cuivre, quoique exposé à une température élevée, se conserve intact, comme cela a lieu lorsque, étant en contact avec le zinc ou le fer, il est plongé dans un liquide oxydant. Il doit donc cette conservation à une température élevée, à son état électro-négatif. Le courant reste constant tant que la température ne varie pas sensiblement et que le fer ne se recouvre pas d'une couche épaisse d'oxyde. Mais, lorsqu'il arrive que le tube fond partiellement et que le cuivre touche le fer, alors tous les signes d'électricité disparaissent. Ce fait prouve que le courant n'est pas

thermo-électrique, c'est-à-dire uniquement dû à la chaleur. Le dégagement d'électricité, dans cette circonstance, a donc bien une origine calorifique et chimique. Pendant que le fer s'oxyde, ce métal prend l'électricité négative, tandis que l'air ambiant s'empare de l'électricité positive, qui est transmise au cuivre par l'intermédiaire des charbons chauffés au rouge et du verre incandescent avec lesquels les gaz sont en contact.

2° Pour connaître le rapport qui existe entre le courant produit par le couple pyro-électrique et le courant qui provient d'un couple Bunsen, à conductibilité égale et abstraction faite de la perte au passage quand il y a inversion dans la direction des courants, M. Becquerel a placé dans le même circuit un couple pyro-électrique et un couple à acide nitrique dont les éléments avaient les mêmes dimensions. Ces deux couples ont été placés successivement de manière que les deux courants cheminaient dans le même sens et dans deux sens contraires. Il a reconnu avec la boussole des sinus que dans ces conditions le courant pyro-électrique avait quatre fois moins d'intensité que celui du couple à acide nitrique.

3° On peut remplacer l'oxydation du fer à une haute température par la combustion du charbon à la même température ; il suffit, pour cela, de substituer à la tige de fer un cylindre de charbon préparé à la manière des conducteurs électriques, de le mettre en rapport, au moyen d'un fil de platine, avec la boussole des sinus, et de chauffer l'autre extrémité au rouge, près du tube de verre qui renferme la tige de cuivre; il se produit alors un courant dirigé dans le même sens que celui qui est fourni par l'oxydation du fer. On a donc bien, dans ce cas ci, le courant résultant de la combustion du charbon. En comparant, comme on l'a fait pour le fer, le courant du couple charbon et cuivre à celui du couple à acide nitrique, on a trouvé que le second est 3,76 plus fort que le premier.

4° En comparant les pouvoirs conducteurs des deux sources d'électricité, M. Becquerel a reconnu que, lorsque la température s'approche du point de fusion de cuivre, ces pouvoirs sont à peu près les mêmes ; mais que, quand on s'éloigne de ce terme, la



résistance au passage augmente de plus en plus dans le couple pyro-électrique.

5° Les courants pyro-électriques produisent des décompositions chimiques comme les autres courants.

M. Becquerel indique trois manières de composer les couples pyro-électriques : — 1° On place dans un fourneau à réverbère ordinaire un creuset de terre revêtu intérieurement d'une lame épaisse de cuivre, contournée de manière à prendre la forme du creuset, et munie d'un fil de même métal passé dans un tube de terre, pour le préserver de l'oxydation. Le creuset est rempli de verre pilé, en quantité suffisante pour recouvrir de 2 centimètres, quand il est fondu, la lame de cuivre. En contact avec le verre est posé verticalement par l'un de ses bouts un barreau de fer suffisamment long pour dépasser le haut du fourneau; à l'autre bout est assujetti un fil de même métal, qui sert à le maintenir dans la position qu'on lui a donnée, et à mettre en communication le couple, conjointement avec le fil de cuivre, avec la boussole des sinus ou tout autre appareil. — 2° Après avoir rempli le creuset de verre pilé, auquel on a ajouté 0,25 de carbonate de soude pour hâter la fusion, on introduit dedans deux longues tiges de fer et de cuivre, en évitant le contact, et maintenues dans une position verticale au moyen de fils de fer et de cuivre adaptés aux bouts libres et servant de conducteurs, lesquels fils sont assujettis à des points fixes extérieurs. Aussitôt que le verre est fondu, l'oxyde de fer se dissout, et la surface de la tige de même métal reste toujours décapée; aussi le courant produit est-il constant. Il faut avoir l'attention de ne pas chauffer jusqu'à la fusion du cuivre. Le courant a une certaine intensité bien avant la fusion du verre. — 3° On prend un canon de pistolet, dans lequel on introduit un tube de verre vert, où l'on a mis un cylindre de cuivre, après avoir rempli tous les interstices du canon et du tube avec du verre pilé, on place le tout horizontalement dans un fourneau disposé à cet effet; le canon de pistolet et le cylindre de cuivre sont mis en communication avec les appareils, par l'intermédiaire du même métal. Cette disposition est celle qui a donné à M. Becquerel les meilleurs résultats.

Au lieu d'employer le cuivre comme élément électro-négatif, on peut aussi employer le platine et le charbon des cornues ; mais le platine offre l'inconvénient d'être attaqué par le verre et de se désagréger ; le charbon, celui de brûler très-lentement et de produire un courant en sens inverse qui diminue l'action du courant résultant de l'oxydation du fer. Mais M. Becquerel croit qu'il est possible de parer à cet inconvénient en introduisant un cylindre de charbon dans un tube de terre, et fermant les issues avec de la terre pour empêcher la circulation de l'air. — Le verre n'est pas non plus la seule substance vitreuse que l'on puisse employer. M. Becquerel a fait également usage du borax; mais il y a renoncé, parce qu'il attaque trop vivement les éléments du couple. Il a essayé aussi, mais vainement, le sable et le quartz pur : quelle que soit la température à laquelle on les élève, ils n'acquièrent pas la propriété conductrice et ne sauraient remplacer le verre ou les silicates alcalins.

M. Becquerel pense qu'il serait possible d'utiliser la chaleur perdue des usines en l'appliquant à la production de courants pyro-électriques. Il signale aussi comme probable la production de ces courants dans le sein de la terre, au contact ou dans le voisinage de la partie solide et de la partie du globe qui est encore à l'état de fusion, là où se trouvent des substances solides conductrices empâtées partiellement dans des silicates fondus à la manière des couples pyro-électriques.

---

27. — Température de l'intérieur de la terre.

Un puits artésien a été creusé il y a quelques années à Naples dans le palais du roi, sous la direction de MM. Melloni et Cangiano. L'ouverture est élevée de 80 palmes (20^{m},98) au-dessus du niveau de la mer. Après avoir percé 58 palmes de terrain d'alluvion, on a trouvé un tuf volcanique jaune de 320 palmes d'épaisseur, puis, à la fin de décembre de 1845, on avait encore foré 238 palmes au travers de diverses couches de roches désagrégées, en grande partie volcaniques, au-dessous desquelles l'ingénieur Cangiano s'attendait à rencontrer la formation jurassique crétacée qui,

du promontoire à Gaëta, s'étend jusqu'à Castellamare et Nocera. Par des observations thermométriques faites avec beaucoup de soin, M. Melloni a trouvé que la température variait entre 14°,6 et 15°,5 C. à la profondeur de 30 mètres au-dessous de la surface. Elle est de 18°,3 à la profondeur de 190 mètres; ce qui donne un accroissement moyen de 1° C. pour 50 mètres, accroissement plus faible qu'en aucune autre localité, et que M. Melloni attribue au peu de conductibilité du tuf volcanique pour la chaleur ou au voisinage de la mer. Dans un puits creusé dans les maremmes toscanes pour chercher du charbon, on a trouvé, au contraire, une élévation de la chaleur presque trois fois plus rapide dans un terrain arénacé. (*Atti dell' Instituto Veneto*, V, p. 234-237.)

CHIMIE.

28. — SUR LA DÉCOMPOSITION DU SULFATE ET DU PHOSPHATE DE CHAUX PAR L'ACIDE CHLORHYDRIQUE, par M. CARI-MANTRAND. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 15 mai 1854.)

On suit encore, pour la fabrication du phosphore, le procédé indiqué par Scheele et Gahn, qui consiste à convertir la cendre d'os en phosphate acide de chaux par l'action de l'acide sulfurique, et à distiller ce phosphate acide avec du charbon. Cette opération est très-longue et ne rend qu'une faible partie du phosphore contenu dans les os. M. Cari-Mantrand fait connaître une méthode simple qui permet d'extraire directement la totalité du phosphore des os. Elle consiste à faire passer un courant de gaz acide chlorhydrique sec sur un mélange intime de cendres d'os et de charbon pulvérisé, chauffé au rouge. Sous l'influence du chlore, qui tend à s'emparer du calcium, le charbon réduit entièrement la chaux et l'acide phosphorique, et la totalité du phosphore, entraînée par l'oxyde de carbone qui se forme dans cette réaction, peut être facilement recueillie en conduisant dans un flacon plein d'eau les produits de cette opération.

On peut se demander si le charbon est le seul agent réducteur

dans cette décomposition, ou si l'hydrogène de l'acide chlorhydrique n'y intervient pas aussi. En d'autres termes, on pourrait représenter cette réaction par les deux formules suivantes :

$$PhO^5, 3CaO + 8C + 3HCl = 8CO + 3CaCl + 3H + Ph,$$

ou

$$PhO^5, 3CaO + 5C + 3HCl = 5CO + 3CaCl + 3HO + Ph.$$

Remarquons toutefois que la différence théorique entre ces deux formules ne pourrait pas se réaliser dans la pratique, car, à une chaleur rouge, l'eau serait décomposée par le charbon en excès et produirait de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, en sorte que les produits définitifs seront toujours ceux qu'indique la première formule. L'auteur s'est assuré de plus que le chlore sec peut remplacer l'acide chlorhydrique, dans cette décomposition, et qu'il agit même avec plus de rapidité ; d'où il conclut que, lorsqu'on emploie l'acide chlorhydrique, c'est par son chlore seul qu'il intervient.

Si ce procédé ne rencontre pas de difficulté sérieuse dans son exécution en grand, il aura l'avantage de simplifier beaucoup la main-d'œuvre et d'extraire la totalité du phosphore des os.

L'auteur indique ensuite les résultats de diverses réactions offrant quelque analogie avec la précédente.

L'acide chlorhydrique gazeux décompose facilement, au rouge, le sulfate de chaux mêlé de charbon ; il se dégage de l'oxyde de carbone, de la vapeur de soufre, et quelque peu d'hydrogène sulfuré. Cette réaction pouvait être facilement prévue, d'après l'action du charbon sur le sulfate de chaux ; mais la suivante est plus remarquable.

Le sulfate de chaux seul, traité au rouge par le gaz acide chlorhydrique, se transforme en chlorure de calcium ; l'acide sulfurique éliminé distille en partie en nature ; une autre partie se dédouble en acide sulfureux et oxygène. Mais la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire pour effectuer cette décomposition, et la nécessité de le dessécher, constituent des obstacles sérieux à ce que l'on puisse tirer parti de cette réaction.

Le chlore sec décompose également, au rouge, le sulfate de

chaux, et plus facilement encore les sulfates de potasse et de soude. Une partie de l'acide sulfurique se dégage anhydre, une partie plus considérable est décomposée en acide sulfureux et oxygène. On obtient en outre une faible quantité d'un liquide brun, visqueux, fumant à l'air, très-corrosif, que l'eau décompose instantanément et avec sifflement, en produisant de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique. C'est probablement un mélange, ou une combinaison d'acide sulfurique anhydre et d'acide chloro-sulfurique.

Le chlore demeure sans action, au rouge, sur le phosphate de chaux des os. Mais si l'on mêle à celui-ci une quantité de charbon suffisante pour la réduction de la chaux seule, il se dégage une grande quantité d'acide phosphorique anhydre mêlé d'un peu de phosphore.

L'auteur signale quelques-unes de ces réactions comme en opposition avec les lois de Berthollet. Il nous semble qu'elles sont en contradiction avec la lettre plus qu'avec l'esprit de ces lois. En général, dans les réactions tentées à la température ordinaire ou sous l'influence d'une chaleur croissant graduellement, l'acide le moins volatil chassera de ses sels l'acide le plus volatil et la décomposition inverse serait une anomalie, mais si l'on fait l'expérience à une température assez élevée pour que les deux acides soient tous deux à l'état gazeux, l'influence de leur volatilité plus ou moins grande disparaît complétement, et, sauf l'intervention d'affinités chimiques spéciales très-énergiques, la décomposition devra toujours être opérée par l'acide dont on fait arriver constamment de nouvelles quantités.

---

29. — DU GLUCYUM ET DE SES COMPOSÉS, par M. H. DEBRAY. (*Ibidem*, séance du 24 avril 1854.)

On sait qu'il existe dans l'émeraude une base découverte par Vauquelin, et qu'il a nommée glucyne. M. Wöhler obtint le métal de cette terre, en se servant de l'action réductrice que le potassium exerce sur le chlorure de glucyum, et voici les propriétés que l'illustre chimiste lui assigne [1] :

[1] *Annales de Chimie et de Phys.*, 2me série, tome XXXIX, page 79.

Le glucyum se présente en une poudre d'un gris foncé, qui a entièrement l'apparence d'un métal précipité en parties très-divisées. Sous le brunissoir il prend un éclat métallique sombre. Comme à la chaleur violente à laquelle il est réduit, il n'éprouve aucune agglomération, on peut penser qu'il doit être très-difficile à fondre. A une température ordinaire, il ne s'oxyde ni dans l'air ni dans l'eau, même lorsqu'elle est bouillante. Le glucyum, chauffé dans l'air sur une feuille de platine, s'enflamme et brûle avec un vif éclat, et se transforme en glucyne blanche.

.... Il se dissout facilement dans les acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique; dans les deux premiers cas avec dégagement d'hydrogène, et dans le dernier avec dégagement de gaz nitreux.

Les dernières recherches sur l'aluminium m'ont engagé à reprendre l'étude du glucyum, et j'ai pu, aidés des conseils de M. H. Sainte-Claire Deville, et en appliquant ses procédés, obtenir quelques résultats nouveaux que je crois dignes d'être soumis à l'Académie.

Le glucyum est le plus léger de tous les métaux connus qui ne décomposent pas l'eau à la température ordinaire ou à la température d'ébullition; sa densité est 2,1. Il est, comme on le voit, plus léger que l'aluminium. Son aspect pourrait le faire confondre avec le zinc, mais sa fusibilité moindre, qui le place entre ce métal et l'aluminium, sa fixité au feu et sa faible densité sont autant de propriétés physiques qui suffiraient pour le distinguer du zinc.

Inaltérable à la température ordinaire, il s'oxyde superficiellement à la température la plus élevée du chalumeau, mais sans jamais présenter le phénomène d'ignition qui se produit quand on place le zinc ou le fer dans les mêmes circonstances. L'acide azotique concentré ne l'attaque qu'à chaud. L'acide azotique faible ne le dissout dans aucune circonstance. Les acides chlorhydrique et sulfurique, même étendus, le dissolvent avec dégagement d'hydrogène. La dissolution concentrée de potasse le dissout même à froid, mais l'ammoniaque est sans action sur lui.

La glucyne, dont on extrait ainsi un véritable métal, peut aussi donner des sels bien cristallisés, que j'ai examinés avec soin, et dont l'étude formera un travail complet, que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

30. — EXTRAIT DES LETTRES ADRESSÉES PAR M. ED. COLLOMB PENDANT SON VOYAGE EN CORSE, EN SARDAIGNE, EN ITALIE ET EN SICILE A M. CONSTANT PRÉVOST. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1853, tome XI, p. 63.)

MM. Ed. Collomb et Bourjot qui voyageaient ensemble ont visité, à trois lieues au nord-ouest de Sartène en Corse, le filon de la roche remarquable connue sous le nom de *Diorite orbiculaire*.

La contrée entière dans les environs de Sartène est composée d'un granit grisâtre, quoique le feldspath ait une teinte rosée. Le granit est coupé par de nombreux filons qui offrent les compositions suivantes : 1° quartz blanc; 2° feldspath orthose; 3° granite porphyroïde ; 4° pegmatite ; 5° amphibolite ou diorite ; dans cette dernière roche la grosseur et l'abondance des cristaux d'amphibole sont très-variables. Les orbicules se trouvent dans cette roche, dans une localité très-circonscrite des environs de Tallano. Le phénomène, du reste, n'existe qu'à la surface de la roche; si l'on pénètre de quelques centimètres dans son intérieur, les orbicules disparaissent; elles y sont disséminées irrégulièrement, quelquefois très-rapprochées les unes des autres, puis ne se montrant plus qu'à quelques décimètres de distance, et ensuite s'évanouissant tout à fait. En moyenne, elles ont 30 à 40 millimètres de diamètre. Nous ne nous arrêterons pas à la description de cette roche, que M. Delesse a déjà donnée (*Archives* X, 139). Quant à l'explication du phénomène des orbicules, on peut en rapporter l'origine à un jeu des forces de cristallisation analogue à celui qui se passe quelquefois dans les laboratoires, quand les cristaux d'un sel se rapprochent ou se groupent sous forme de houppes. Dans le diorite,

les orbicules auront probablement, par une cause inconnue, cristallisé avant le reste de la masse, et peut-être flotté à la surface d'un bain encore liquide ou pâteux. Cette dernière supposition s'accorde avec le peu de profondeur du phénomène.

Après nous avoir donné quelques détails sur le centre de l'île, M. Collomb parle dans sa lettre du gisement de beaux oursins qui se trouvent près de Bonifacio, à la rade de Santa-Manza. La falaise elle-même est ici granitique, et le calcaire à oursins recouvre le granit comme un chapeau; le banc qui renferme les oursins n'est accessible qu'au moyen d'une échelle, et leur extraction est difficile. Le calcaire à oursins se trouve encore à Aléria et à Saint-Florent.

De la Corse, M. Collomb a passé en Sardaigne, puis en Italie, d'où il communique les importantes observations faites par le comte Spada sur les phénomènes volcaniques de ce pays. M. Spada est arrivé à distinguer quatre époques successives dans les déjections des volcans. Les éruptions les plus anciennes de l'Italie sont celles dont on voit les traces à l'île d'Ischia, quoiqu'il y ait encore des doutes sur leur âge, elles paraissent antérieures au dépôt des marnes subapennines, les roches volcaniques de l'Epoméo étant recouvertes par des marnes fossilifères qui semblent pouvoir être assimilées à l'étage subapennin. Un examen attentif des fossiles décidera la question.

En remontant la série des dépôts, le terrain qui vient après les roches de l'Époméo est celui qui est développé sur une grande échelle dans les environs de Naples et les champs Phlégréens, à Capo di Monte, Pausilippe, Château Saint-Elme, etc. Dans ces localités, les tufs volcaniques sont superposés aux marnes.

Le troisième dépôt volcanique se remarque dans les environs de Rome, sur la rive droite du Tibre. Ce sont encore les dépôts subapennins qui ont servi d'horizon; ces dermes se composent de deux étages, l'inférieur est formé des marnes avec leurs fossiles, le supérieur est formé de sables jaunes, et les tufs volcaniques reposent sur les sables jaunes, c'est-à-dire sur la partie la plus récente des dépôts subapennins.

Le quatrième dépôt volcanique n'est plus représenté par des tufs

sous-marins, mais par des productions aériennes, qui se composent de cendres, de ponces, de lapillis, etc.; on en voit des exemples sur la rive gauche du Tibre, dans les environs de Rome; ces déjections sont en superposition clairement marquée sur les tufs précédents. Ce quatrième dépôt, dont les traces dans la campagne de Rome sont antérieures à l'apparition de l'homme, semble se rattacher d'une façon graduelle aux phénomènes volcaniques des temps historiques. On peut d'ailleurs reconnaître les sources qui ont produit les déjections du troisième et du quatrième dépôt; on peut remonter à l'origine des tufs et à l'origine des cendres; les cratères qui les ont vomis existent encore : M. Ponzi les a très-bien désignés sur sa belle carte; les uns ont été sous-marins et les autres aériens; ces derniers sont les plus récents en date. Les volcans d'Albano, la Somma, le Vésuve, les îles Éoliennes et l'Etna appartiennent à cette quatrième époque.

---

31. — Rapport sur une note de M. Vauvert de Mean, relative aux volcans d'air de Turbaco près Carthagène (Nouvelle Grenade), par M. Boussingault. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 24 avril 1854.)

Les volcans d'air sont à 4 ou 5 kilomètres à l'est du village de Turbaco; ses éruptions boueuses ont lieu dans une clairière dépourvue de végétation. Sa surface est occupée par une argile grise fendillée; on y aperçoit une vingtaine de *volcanites*. Ce sont des petits cones tronqués, élevés de 6 à 8 mètres au-dessus du niveau de la clairière. Leur circonférence est à leur base de 60 à 80 mètres. Au sommet de chacun de ses cônes se trouve une ouverture circulaire de 4 à 8 décimètres de diamètre, remplie d'une eau constamment agitée par le dégagement des bulles de gaz d'un volume considérable. M. Vauvert, dont la description se rapproche beaucoup de celle donnée par M. de Humboldt, a compté comme lui cinq éruptions en deux minutes, quelquefois précédées de bruit.

M. Vauvert a trouvé la température de la boue à 30° C., la température de l'air étant d'une légère fraction de degré plus élevée.

M. de Humboldt avait trouvé 27°,5 pour la température de la boue, 27°,2 pour celle de l'air, et M. Boussingault 27°,5 pour la température de l'eau des citernes à Carthagène. M. Vauvert ayant recueilli du gaz des *volcanites* a pu le faire brûler ; il a répété ce qu'avait fait J. Acosta, qui avait constaté que le gaz est presque entièrement de l'hydrogène pur. L'observation du général Acosta est d'autant plus curieuse que M. de Humboldt, il y a plus de cinquante ans, avait reconnu que ce gaz était en grande partie de l'azote, et lorsqu'on lit les détails des opérations il ne peut rester aucun doute à l'égard de la rigueur de la conclusion. Il y a donc lieu de croire que le gaz des *volcanites* est aujourd'hui beaucoup plus riche en hydrogène qu'il ne l'était il y a un demi-siècle.

D'après un échantillon de boue liquide rapportée par M. Vauvert, indépendamment du chlorure de sodium (6gr,59 sur un litre), du sulfate de soude (0,20) et du carbonate de soude (0,31), l'eau des volcanites contient du borax (très-forte trace), ainsi que des traces d'iode, d'ammoniaque et de carbonate de chaux.

---

32. — Considérations sur les terrains paléozoïques de l'Asie Mineure, par M. P. de Tchihatchef. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 3 avril 1854.)

Les terrains paléozoïques des deux rives du Bosphore de Thrace ont été quelquefois examinés, mais les autres districts de l'Asie Mineure, où ces terrains se retrouvent, avaient été peu ou point parcourus avant les voyages de l'auteur. Il les a reconnus sur le littoral septentrional du golfe de Nicomédie, sur la côte méridionale de la Cilicie et dans l'Anti-Taurus.

Les roches paléozoïques qui se trouvent sur les deux rives du Bosphore appartiennent au terrain dévonien inférieur, sauf la localité nommée le *Mont du Géant*, qui est silurienne, mais dès que l'on a doublé la pointe de Scutari, on se trouve dans l'étage dévonien supérieur, comme le prouvent les fossiles que l'auteur a ramassés et dont les principaux sont près du Bosphore : le *Spirifer subspinosus*, l'*Orthisumbra collum*, Sch., le *Læptena laticosta*, le *L. Du-*

tertrii, etc., et près de Nicomédie, le *Spirifer Verneuilli*, l'*Orthis. striatula*, le *Læptena depressa*, le *Productus subaculeatus*, etc. Ces terrains paléozoïques sont séparés par une distance considérable de celui qui occupe le rivage de la Cilicie, et qui appartient au terrain supérieur dévonien. La chaîne de l'Anti-Taurus paraît devoir être rangée également dans l'étage supérieur du terrain dévonien. Au sud de Féké, sur les bords du Seïhorem, on reconnaît le calcaire carbonifère; mais ce n'est qu'à une centaine de lieues plus loin que l'on reconnaît l'étage qui succède à celui-ci dans l'ordre des terrains et que l'on a trouvé de la houille. Elle a été découverte près d'Erzeroum et d'Eregli, sur la côte de la mer Noire.

Des faits exposés jusqu'ici résultent les considérations suivantes :

1° Dans l'Asie Mineure, l'étage *inférieur* et l'étage *supérieur* du terrain dévonien sont reconnus, l'étage *moyen* n'a pas encore été trouvé.

2° Les trois terrains paléozoïques qui existent en Asie Mineure, savoir le *silurien*, le *dévonien* et le *carbonifère*, se trouvent échelonnés de manière à ce qu'on les parcourt de bas en haut à mesure que l'on s'avance de l'ouest à l'est, ou que de Constantinople on chemine au sud-est.

3° De tous ces terrains l'étage dévonien supérieur est le plus développé, surtout dans l'Anti-Taurus, où tout porte à croire que ce n'est encore qu'un lambeau de la même nappe dévonienne qui s'étend sur l'Arménie et les provinces de la Perse.

---

33. — DÉPÔTS MIOCÈNES DE L'ASIE MINEURE, par M. P. DE TCHIHATCHEF. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 17 avril 1854.)

« Le développement de l'étage moyen de la formation tertiaire se présente en Asie Mineure sur une si grande échelle, qu'en ne lui assignant que l'étendue constatée par mes explorations qui, sans doute, n'en ont point encore atteint les limites réelles, elle l'emporte déjà sur celle des bassins miocènes les plus considérables et les mieux étudiés de l'Europe, et nommément de Bor-



deaux, de Mayence, de Vienne, etc. Ce sont les portions méridionales de la péninsule, et surtout la Cilicie Pétrée et la Cilicie Champêtre, qui paraissent être les régions miocènes par excellence, bien qu'on voie des lambeaux isolés du même âge répandus sur quelques points de la Carie, où je ne mentionnerai que ceux de *Davas*, moins à cause de leur extension qu'à cause de l'altitude très-considérable qu'ils atteignent au-dessus du niveau de la mer. Ces grandes hauteurs constituent, au reste, un phénomène assez fréquent dans l'époque tertiaire de l'Asie Mineure; car les terrains lacustres qui composent le groupe de Deliktach, en Cappadoce (au sud de Sivas), s'élèvent à 1624 mètres. Les dépôts miocènes de Davas couronnent la montagne de ce nom comme une dalle gigantesque placée horizontalement sur le sommet tronqué d'un cône, dont les flancs se trouvent verticalement rayés par des couches redressées d'un calcaire marneux (crétacé).

« Les dépôts de Davas paraissent constituer le point le plus occidental du terrain miocène de l'Asie Mineure; car, en s'avançant plus à l'est, on ne le retrouve que dans les deux Cilicies; mais aussi y atteint-il le maximum de son développement, car il embrasse presque la totalité de ces deux vastes provinces et s'étend de là au travers d'une bonne portion de la Cappadoce. Partout il s'y présente en masses tellement élevées, que, sans les preuves paléontologiques les plus concluantes, on aurait de la peine à reconnaître le type tertiaire dans les contours hardis de cette contrée éminemment alpestre. En considérant provisoirement le petit village de Hud (en Cappadoce) comme le point le plus septentrional du domaine dont il s'agit, une ligne tirée entre Hud et Karaman (du sud-ouest au nord-est) en représenterait l'axe longitudinal et aurait plus de 70 lieues métriques de longueur, tandis que la largeur de ce bassin, dans son extension du nord au sud, offrirait une moyenne de 15 à 20 lieues, et atteindrait entre Karaman et l'embouchure de l'Erméneksou environ 30 lieues.

« Presque tous les points de cette vaste étendue renferment plus ou moins de fossiles, mais ce sont particulièrement la vallée de l'Erméneksou (le *Calycadnus* des Anciens), la vallée de Kudène



(au sud-sud-est de Karaman), et les environs de la ville de Tarsus, y compris les montagnes limitrophes, qui sont destinés, sans aucun doute, à devenir un jour la terre classique pour la paléontologie tertiaire.

« Lorsqu'on examine la manière dont tous ces fossiles se trouvent répartis entre les trois points susmentionnés, on est tout d'abord frappé du caractère de *localisation* qui leur est imprimé, bien que les endroits fossilifères dont il s'agit ne soient séparés les uns des autres que par un espace très-peu considérable, et qu'ils soient tous compris dans la même nappe miocène que ne perce nulle part une roche éruptive quelconque. En effet, les trois localités n'ont que peu d'espèces en commun, et, de plus, les espèces qui dominent particulièrement dans l'une sont précisément celles qui se montrent le plus rarement dans l'autre.

« A mesure qu'on s'éloigne des portions méridionales de la péninsule, et que l'on s'avance vers le littoral de la mer Noire, les dépôts miocènes disparaissent complétement, et cèdent le rôle dominant aux terrains nummulitiques. Comme j'ai déjà signalé ces derniers dans plusieurs mémoires présentés à la Société Géologique, je ne mentionnerai ici qu'un seul dépôt de cet âge, que je viens de découvrir dans ma dernière campagne de 1853. Il se trouve une demi-lieue au sud de Samsoun, entre cette ville et Kadikoi, à environ 80 pieds au-dessus du niveau de la mer, et forme en quelque sorte une espèce de pellicule sur la surface des rochers de mélaphyre et de trapp, qui composent toute la contrée limitrophe de Samsoun. Ces dépôts sont peu considérables, consistent en un poudingue très-fin, composé d'éléments fournis par la désagrégation des roches éruptives, avec lesquelles ils se trouvent tellement soudés, et dont ils reproduisent si parfaitement la teinte et les contours, qu'ils pourraient échapper à l'œil le plus exercé; cependant ils renferment : *Nummulites Ramondi*, Defr., *N. irregularis* (ou *Murchisoni*, Brong.), des *Alvéolines*, *Operculines*, *Orbitoïdea*, *etc.* La surface des hauteurs où apparaissent ces dépôts, se trouve par-ci par-là jonchée d'un grand nombre de coquilles appartenant presque toutes à des espèces qui habitent encore aujourd'hui la mer Noire.



« Il résulte de la présence, dans les environs de Samsoun, des dépôts nummulitiques susmentionnés et des coquilles répandues sur la surface de ces derniers, que :

« 1° Les mélaphyres et trapp qui jouent un rôle très-important dans toute cette partie du littoral septentrional de l'Asie Mineure, ont dû avoir effectué leur éruption *antérieurement* à la période nummulitique ;

« 2° A une époque très-récente, et peut-être même contemporaine de l'homme, cette partie du littoral de la mer Noire, et conséquemment plusieurs des montagnes de mélaphyre et de trapp qui le bordent, ont dû se trouver immergées, de manière que les flots du Pont-Euxin roulaient non-seulement par-dessus la plaine où est située aujourd'hui la ville de Samsoun, mais encore baignaient les flancs des hauteurs qui partent du petit village Kadikoi, éloigné de près de deux lieues de la mer. »

BOTANIQUE.

34. — TIMBAL-LAGRAVE ; SUR LE GENRE VIOLA ; broch. in-8°. Toulouse, 1853 [1].

Depuis quelques années les botanistes ayant mieux étudié le genre Viola, ont distingué dans les anciennes espèces des formes, ou plutôt des manières de végéter, qui constituent tantôt des espèces, tantôt des modifications d'espèces selon les opinions de chacun. L'état des connaissances ne permet peut-être pas encore de dire si ces manières de végéter, ces formes successives du même individu, sont quelque chose de bien héréditaire, d'une fixité et d'une valeur assez grande pour qu'on doive en tirer des caractères spécifiques. Il est d'autant plus digne d'intérêt de les distinguer, de les suivre et de les comparer. Sous ce point de vue nous reproduirons une partie de l'opuscule de M. Timbal-Lagrave, où ces faits, nouveaux pour plusieurs personnes, sont clairement expliqués.

[1] Dans une brochure de huit pages, intitulée : Etudes sur la Flore d'Aquitaine.



« Il est, dit-il, une loi adoptée en botanique, qui consiste à considérer qu'une plante est adulte, c'est-à-dire qu'elle a acquis tout son développement, ou bien qu'elle est à son apogée de végétation au moment où la plante est en fleur ; cette loi, qui est vraie dans la plupart des cas, appliquée au genre *Viola*, section *Nomimium*[1], est mauvaise ; elle a fait tomber les botanistes dans les erreurs et les doutes qui ont rendu l'étude de ce groupe longue et très-difficile ; car, comme je vais le prouver, la première floraison n'est que l'enfance de la plante ; l'âge adulte est une autre époque du développement, époque ignorée des botanistes anciens et qui est cause de leurs difficultés.

« Dans la première section, *Nomimium*, qui seul doit m'occuper, on peut ranger les diverses espèces qui la composent, en plantes acaules ou sans tiges feuillées, et plantes à tiges feuillées.

« Dans les acaules, voici ce qu'on observe : au printemps, on voit apparaître quelques feuilles qui se développent peu à peu jusqu'en avril. On voit paraître alors des fleurs avec des pétales très-riches en couleurs, souvent d'une odeur suave ; mais ces fleurs, quoique ayant tous les organes d'une fleur complète, sont stériles. J'avais cru d'abord que cette anomalie était causée par une modification du stigmate, ou bien par quelque influence atmosphérique : mais je me suis convaincu que cela vient de l'absence du pollen dans les anthères ; la fécondation ne peut avoir lieu, la fleur se fane bientôt, se dessèche ou pourrit sans aucun résultat.

« A ce moment de la vie de ces plantes et que j'appellerai leur enfance, une nouvelle pousse a lieu ; de la rosette radicale des feuilles de la première floraison, qui restent stationnaires, poussent de nouvelles feuilles, qui grandissent promptement, prennent de la consistance ; leurs poils même sont plus grands, plus roides. Vers la fin de mai et juin arrivent de nouvelles fleurs, mais bien différentes des premières ; ici, dans quelques espèces, pas de pétales ; dans d'autres, il y en a un, deux ; mais toujours inclus dans

[1] Cette section du genre Viola comprend la Violette commune, V. odorata, le V. canina, etc., mais non la Pensée.



le calice, souvent même réduits à l'état de rudiments. Tout l'appareil floral se modifie ; la fécondation a toujours lieu ; l'anthèse se fait même avant l'épuisement du calice qui jusque-là est appliqué. Dans quelques espèces, il s'étale après la fécondation ; c'est ce que je nommerai l'âge adulte, parce que c'est dans cet état qu'on observe de véritables fleurs, qui produisent sûrement l'individu ; les pédoncules sont plus courts, les bractéoles qui les accompagnent sont plus rapprochées de la souche que des fleurs, tandis que l'inverse a lieu dans la première floraison ; la capsule se développe très-bien.

« L'étude comparée des divers organes de la première et de la seconde fleuraison de ces plantes, l'accroissement ou l'avortement de telle ou telle partie, la position, la durée, leurs fonctions, seront autant de caractères essentiels qui, ajoutés à ceux déjà établis, faciliteront l'étude de ce genre.

« Le développement successif des feuilles peut, dans quelques cas, servir de caractère spécifique, ainsi dans les *Viola alba* (Besser), *Viola scotophylla* (Jordan), les feuilles de l'été existent à la floraison du printemps, et constituent de vraies feuilles radicales, tandis qu'elles sont toujours détruites dans les *Viola hirta* (Linné), *Viola odorata* (Linné), *Viola tolosana* (Nob.)

« Dans le second groupe, qui offre des plantes à tiges, celles-ci d'abord petites, courtes, donnent des fleurs très-belles avec des pétales, sont stériles, prennent bientôt de l'extension, s'allongent beaucoup ; il apparaît alors des fleurs sans pétales qui sont toujours fertiles, les pédoncules se raccourcissent de moitié, le port de la plante est alors bien différent. On peut très-bien établir des limites entre les *Viola sylvatica* (Fries), *Viola insularis* (Gren. et God. Fl. fr.), *Viola riviniana* (Reichenbach), que la première floraison a souvent fait confondre et que bien des floristes réunissent encore aujourd'hui.

« J'ai cependant observé que dans quelques cas (très-rares à la vérité) quelques fleurs peuvent donner des capsules, mais qui n'arrivent pas en parfaite maturité ou qui, n'étant pas fécondées, ne lèvent pas.



« Je n'ai pu étendre mes observations sur les *Viola stagnina* (Kitaibel), *Schultzi* (Billot), *elatior* (Fries), *stricta* (Hornemann), *pumila* (Koch), *arenaria* (de Candolle), plantes du nord de l'Europe ; mais il est certain qu'on pourra tirer de bons caractères quand on aura étudié ces plantes en prenant en considération la seconde floraison que je viens de décrire.

« Il y a très-peu d'exceptions au mode de développement des *Viola* et à l'époque de l'apparition des fleurs stériles ou fertiles ; cependant le *Viola arborescens* (Linné) que j'ai vu à la redoute de Montolieu, près de Narbonne, offre les premières fleurs stériles, avec des pétales, en octobre et novembre, puis les tiges s'allongent pendant l'hiver, et, en mai, on voit apparaître de nouvelles fleurs, sans pétales, toujours fertiles.

« Le *Viola mirabilis* (Linné) s'éloigne encore du mode de développement que je viens d'indiquer; les premières fleurs avec des pétales stériles viennent du centre d'une souche, comme dans la section acaule ; cette floraison terminée, de l'aisselle des feuilles radicales poussent des tiges qui portent des feuilles et des fleurs fertiles sans pétales. »

L'auteur décrit ensuite une violette qu'il regarde comme le type de la violette dite de Parme, de nos jardins. Elle croit aux environs de Toulouse, circonstance d'où il a tiré le nom spécifique. Voici la description qui montrera à la fois les caractères et la difficulté de savoir ce qu'il faut penser des formes voisines, reconnues par les auteurs qui ont admis plusieurs espèces.

« *Viola tolosana.* Timbal-Lagrave. Plante vivace, racine forte, très-chevelue, souche centrale offrant des stolons radicants, d'abord verdâtres, très-allongés, devenant bientôt noueux, écailleux comme la souche.

Première floraison : Feuilles presque glabres ainsi que les pétioles, ovales, arrondies, cordiformes à sinus très-ouvert, rétrécies au sommet, obtuses ; stipules lancéolées, acuminées, ciliées, glanduleuses, glabres, cils très-longs, les intermédiaires égalant la largeur de la stipule ; pédoncules glabres dressés, avec deux petites bractéoles linéaires placées au-dessus du milieu ; sépales

ovales, obtus, glabres; pétales étalés, obovés, oblongs, les supérieurs entiers, non contigus même à la base, brusquement renversés en arrière; les latéraux, entiers, obovales, parfaitement glabres à leur base, étalés, ou légèrement renversés, de manière que la gorge de la corolle est très-ouverte et son tube paraît très-court; l'inférieur plus long que les latéraux obovales, légèrement échancré; éperon épais, droit, obtus, dépassant les appendices du calice; étamines à anthères sans pollen; style droit, stigmate recourbé.

« Seconde floraison : Feuilles quatre fois plus grandes, de même forme que les premières, mais plus allongées, moins arrondies, dentées, détruites à la floraison première; pédoncules courts, étalés, glabres, avec deux bractéoles linéaires, placés au-dessous du milieu; sépales obovales presque égaux, légèrement pileux, appliqués; un seul pétale rudimentaire inclus, se détachant après l'anthèse; étamines à anthère pollinifère, filet très-court; style glochidé; capsule se développant promptement, très-grosse, ovale-arrondie, un peu aplatie au sommet, rouge pourpre foncé, couverte d'une pubescence courte, mais dense, valves contenant quinze à vingt graines, oblongues, d'un blanc mat très-pur.

« Il habite les haies à Saint-Simon, à Lardenne, près Toulouse, quoique peu répandu; les premières fleurs stériles viennent en avril, les secondes fertiles en juin.

« Les fleurs stériles sont de moyenne grandeur, très-odorantes, de couleur bleu d'azur, avec le tiers inférieur des pétales blanc très-pur; les quatre supérieurs concolores; l'inférieur a sur le limbe des stries plus foncés; l'éperon est comme les stries, mais pourpre mat. Celles d'été ont le pétale rudimentaire blanc avec un petit point bleu d'azur au sommet.

« Il se distingue du *Viola sepincola* (Jordan) par sa pubescence plus courte, presque nulle, surtout dans la première fleuraison; par ses fleurs stériles bleu d'azur très-odorantes, ses pétales latéraux parfaitement glabres vers leur milieu; par ses feuilles moins allongées, plus larges, à sinus plus ouvert; par ses stipules à cils plus longs;

« Du *Viola suavis* (Beraud, Notes bot.) par la coloration de ses



fleurs stériles; par ses pétales étalés, redressés, son éperon pourpre foncé; son pétale inférieur plus long que les latéraux; ses tiges plus allongées, radicantes; ses feuilles plutôt dentées que crénelées;

« De tous les deux par la coloration particulière de ses fleurs stériles; par la direction des pétales; par la grandeur de la gorge de la corolle; son éperon, sa glabriété et ses tiges longuement radicantes; enfin, par ses graines d'un blanc pur.

« Il ne m'a pas été possible de tirer des caractères différentiels des fleurs fertiles, n'ayant pas des échantillons des *Viola sepincola* (Jordan) et *suavis* (Beraud). Ces botanistes n'ont décrit que la première fleuraison; cependant M. Jordan, à l'exemple de Koch, considère comme feuilles adultes celles d'été ou de la seconde pousse.

« Le *Viola tolosana* (Nob.) est certainement le type des violettes cultivées dans nos environs, et qu'on vend sur nos marchés sous le nom de violettes de Parme, nom que M. d'Orbigny, dans son *Dictionnaire*, leur conserve, mais sans en indiquer le type; elles sont très-recherchées des amateurs; elles doublent très-bien, les pétales se renversent en arrière; ce qui fait paraître la fleur encore plus grande. Le secret de cette culture consiste à empêcher le développement de nombreux stolons radicants. Pour les faire fleurir deux fois, c'est-à-dire pour avoir des fleurs stériles avec des pétales en mars et septembre, il faut empêcher les fleurs sans pétales de se développer. Ces fleurs réduites quelquefois à l'état de pédoncules plus ou moins modifiés, sont connus des horticulteurs sous le nom de fils; ces fils épuiseraient la plante, et tendraient à la faire revenir à l'état normal. »

---

35. — Bentham; Sur le Palissandre ou Rose-wood.

Une des bizarreries des sciences naturelles est d'avancer quelquefois moins vite sur la connaissance de produits utiles très-répandus, que sur celle d'objets rares, plus ou moins inutiles. Le bois dit de Palissandre en est un exemple. Si l'on consulte les dictionnaires on verra que c'est le *Rose-wood* des Anglais, et le mot de *Rose-wood*

lui-même, Bois de rose, répond à cinq ou six espèces de bois, les uns couleur de rose, les autres sentant la rose, originaires de pays très-différents. Quand au *Rose-wood* du Brésil, qui fournit le bois d'ébénisterie, dont on fait tant de meubles aujourd'hui, les botanistes ne savent guère de quel arbre il provient. Voici un article de M. Bentham[1] sur un opuscule du docteur brésilien Allemao, qui jette pourtant quelque lumière sur cette question controversée. On y trouve au moins l'origine du nom français *Palissandre*, que beaucoup de personnes croyaient un nom purement de fantaisie.

« En parcourant, dit M. Bentham, l'opuscule du Dr Allemao, j'ai été surpris de voir le nom *Jacaranda*, qu'on donne communément pour le nom brésilien du *Rose-wood* de nos ébénistes (le *Palissandre* des Français), attribué exclusivement à plusieurs espèces de *Machærium*[2], de sorte qu'on renverse de nouveau sur cet article si important du commerce, les idées que Guillemin paraissait avoir fixées d'une manière définitive.

« Le nom de *Jacaranda* semble avoir été d'abord employé botaniquement par de Jussieu dans son *Genera plantarum*, pour un genre de bignoniacée, fondé sur l'une des deux plantes mentionnées sous ce nom par Marcgrav et Pison. Dès lors on a supposé généralement que cet arbre de la famille des bignoniacées donnait notre *Rose-wood*. Cependant l'espèce décrite et figurée par Marcgrav et Pison est leur *Jacaranda ligno albo*, qui, de même que les autres bignoniacées du Brésil, a un bois tendre et blanc. Le *Jacaranda ligno nigro* des mêmes auteurs, ou *palo santo* (d'où probablement les Français ont fait *palissandre*) n'est pas décrit davantage[3].

« G. Don dans son *General dictionnary* donne le *Physocalymna* de Pohl pour notre Rose-wood, mais c'est le résultat d'une traduction erronée du nom allemand. Le *Rosenholz*, ou *Bois de rose* des Français (ainsi nommé d'après sa couleur, et non d'après son odeur), est notre *Tulip-wood*, dont nos ébénistes font peu

[1] Dans Hooker, Journal of Botany, septembre 1853.
[2] Genre de légumineuse, de la tribu des dalbergiées.
[3] *Palo santo* veut dire en espagnol, et probablement aussi en portugais, *bois saint*.



d'usage, mais qui figurait en beaux échantillons parmi les objets exposés par les français dans la grande exposition.

« Lindley, dans son *Vegetable kingdom*, fait allusion à une mimosée, comme donnant notre *rose-wood*, mais il ne dit pas d'après quelle autorité.

Feu le Dr Guillemin, lors de sa mission au Brésil, se donna beaucoup de peine pour constater l'origine des divers bois importés en France, et rapporta avec lui deux dalbergiées du genre Trioptalema, comme étant bien certainement le *Jacaranda* du Brésil, *Palissandre* des Français.

« Nous devons considérer cependant l'infériorité forcée d'un voyageur, quelque ingénieux qu'il soit dans ses enquêtes, relativement à un botaniste résident, tel que le Dr Allemao, qui a fait de l'étude des arbres de son pays un objet spécial de recherches. Il nous faut abandonner toutes les opinions antérieures et admettre sans avoir de doute que le *Jacaranda* du commerce doit être un des six *Machærium* énumérés par lui sous ce nom. Trois d'entre eux, *M. firmum* (*Jacaranda roxo* ou *rouge*), *M. incorruptibile*, et *M. legale* (appellés tous deux *Jacaranda pretro*, soit *noir*) nous sont connus par des figures de Vellozo et des échantillons; les trois autres sont seulement nommés par le Dr Allemao, sans description. Il faut espérer qu'il continuera ses recherches, et qu'il nous mettra mieux au fait des productions végétales si nombreuses qu'on importe en quantité du Brésil.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE MAI 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Mai: 805mm, répartie comme suit :

	mm
le 1er.	100
le 4	140
le 5	45
le 8	90
le 9	125
le 10	105
le 12	5
le 15	20
le 21	15
le 22	20
le 24	60
le 27	14
le 28	36
le 29	30

Le 25, à 2 h. 50 m. du matin, on a senti une secousse de tremblement de terre.

La neige a très-peu fondu pendant le mois de Mai dans les environs de l'hospice, et n'a que très-peu reculé sur les deux versants de la montagne.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4 h.s.	8 h.s.	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	558,95	559,17	557,94	557,51	− 1,4	+ 4,2	+ 2,3	− 0,8	− 2,5		86	77	78	86	12,6	SO. 2	0,70
2	558,66	559,87	560,30	561,18	− 0,2	+ 1,7	+ 1,3	− 0,3	− 3,3		90	81	83	87	»	SO. 1	0,99
3	562,56	562,56	562,66	562,57	− 0,5	+ 2,4	+ 1,6	− 0,1	− 2,4		92	82	82	90	»	SO. 2	0,97
4	561,55	560,36	560,01	558,07	− 0,6	+ 3,1	− 0,1	− 1,2	− 1,8		92	84	86	91	15,7	SO. 2	0,97
5	556,78	558,58	559,31	559,56	− 2,3	− 3,6	− 4,1	− 5,6	− 7,9		91	83	79	83	3,2	NE. 2	0,96
6	558,78	559,37	559,72	560,22	− 5,4	− 1,2	− 1 3	− 4,0	− 7,9		84	70	66	72	»	NE. 1	0,60
7	563,24	564,25	564,55	563,90	− 2,0	+ 1,7	+ 3,5	− 0,5	− 7,4		80	68	68	73	»	NE. 1	0,36
8	565,28	565,28	564,31	564,00	0,0	+ 3,7	+ 1,3	− 1,0	− 4,0		88	79	79	93	7,9	SO. 2	0,83
9	561,31	560,77	560,40	560,77	− 0,6	0,0	+ 4,0	− 2,5	− 3,3		94	88	80	84	18,0	SO. 2	1,00
10	560,15	560,61	560,67	560,96	0,0	+ 0,3	0,0	− 2,3	− 5,6		84	80	77	90	11,6	SO. 1	0,98
11	562,22	562,86	563,40	563,76	− 0,4	0,0	+ 0,5	− 0,4	− 4,4		90	86	89	93	»	SO. 1	1,00
12	564,16	564,37	564,27	564,12	+ 1,0	+ 5,1	+ 5,5	+ 3,9	− 1,0		86	76	77	82	0,6	calme.	0,74
13	563,36	563,47	563,32	563,64	+ 3,1	+ 9,3	+ 4,5	+ 1,7	− 1,5		62	72	77	83	5,7	NE. 1	0,68
14	563,14	563,30	563,20	563,58	+ 2,3	+ 4,8	+ 3,3	+ 1,7	+ 1,3		91	83	85	88	7,3	NE. 1	0,99
15	562,38	562,33	562,36	562,39	+ 3,1	+ 4,9	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,8		92	85	86	88	11,7	SO. 1	0,98
16	562,16	562,35	562,16	562,55	+ 3,2	+ 6,7	+ 2,8	+ 1,9	0,0		91	81	79	87	»	NE. 1	0,81
17	562,52	562,71	562,72	562,96	+ 4,0	+ 6,1	+ 6,0	+ 2,5	− 0,1		89	80	75	85	»	variab.	0,80
18	563,05	563,30	563,13	563,46	+ 1,6	+ 2,5	+ 2,4	+ 1,9	+ 1,1		89	86	86	85	»	NE. 1	1,00
19	563,83	564,29	564,42	564,99	+ 1,0	+ 3,5	+ 1,9	+ 0,5	− 0,4		94	84	88	94	»	NE. 1	1,00
20	565,73	565,86	565,72	565,55	+ 1,9	+ 3,8	+ 2,6	+ 1,0	− 2,5		86	80	85	88	»	NE. 1	0,79
21	564,83	564,58	563,97	563,96	0,0	+ 2,5	+ 0,5	+ 0,3	− 2,5		90	85	86	90	6,8	NE. 1	1,00
22	562,77	563,06	562,72	562,95	+ 2,3	+ 4,5	+ 2,5	+ 0,6	− 1,0		89	82	80	84	2,2	SO. 1	0,80
23	562,71	563,08	563,04	563,36	+ 1,7	+ 5,0	+ 3,0	+ 0,7	− 1,0		86	80	83	94	17,6	SO. 1	0,93
24	563,86	563,65	563,18	562,30	+ 1,0	+ 0,9	+ 1,8	+ 1,0	− 0,4		94	92	92	93	5,5	SO. 1	1,00
25	562,95	563,50	564,06	564,76	− 2,7	− 0,5	− 0,5	− 3,7	− 5,0		86	74	73	80	»	NE. 1	0,57
26	565,36	565,66	565,74	565,82	0,0	+ 4,6	+ 7,8	+ 1,0	− 6,0		67	74	73	78	»	SO. 1	0,36
27	565,96	565,58	565,17	565,48	− 1,0	+ 3,9	+ 4,4	+ 0,5	− 2,5		87	81	82	89	2,5	SO. 1	0,86
28	563,76	563,62	563,36	563,16	0,0	+ 0,9	− 0,5	− 1,3	− 3,0		85	89	87	90	4,8	SO. 1	1,00
29	561,47	561,57	561,84	562,20	− 0,5	+ 0,2	+ 2,0	− 1,9	− 4,5		92	87	81	91	2,8	NE. 1	0,81
30	563,39	563,78	563,97	564,64	− 3,0	+ 0,7	+ 1,3	− 1,3	− 7,8		67	73	77	90	»	NE. 1	0,44
31	564,86	565,37	565,50	565,42	+ 0,1	+ 4,0	+ 3,7	+ 1,5	− 1,8		95	86	83	87	»	SO. 1	0,92

Moyennes du mois de Mai 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	560,42	560,73	561,00	561,08	561,11	560,99	560,90	560,97	561,11
2e »	563,05	563,25	563,45	563,48	563,51	563,47	563,49	563,70	563,88
3e »	563,59	563,81	563,91	563,95	563,90	563,87	563,86	564,00	564,20
Mois...	562,40	562,64	562,82	562,87	562,87	562,81	562,79	562,93	563,10
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 3,35	− 1,30	+ 0,13	+ 1,23	+ 1,20	+ 0,85	− 0,99	− 1,83	− 2,22
2e »	+ 0,58	+ 2,08	+ 3,97	+ 4,67	+ 4,51	+ 3,10	+ 2,06	+ 1,59	+ 1,43
3e »	− 2,07	− 0,19	+ 1,45	+ 2,43	+ 2,54	+ 2,36	+ 1,10	− 0,24	− 0,52
Mois...	− 1,63	+ 0,18	+ 1,84	+ 2,76	+ 2,74	+ 2,11	+ 0,74	− 0,16	− 0,44
Hygromètre.									
1re décade,	89,7	88,1	84,3	79,2	77,4	77,8	79,6	84,9	86,6
2e »	92,2	89,0	85,5	81,3	82,2	82,7	85,3	87,3	88,1
3e »	90,1	85,3	83,2	82,1	81,6	81,5	84,3	87,8	89,5
Mois...	90,7	87,4	84,3	80,9	80,5	80,7	83,1	86,7	88,1

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	− 4,61	—	0,84	69,0
2e »	− 0,67	—	0,88	25,3
3e »	− 3,23	—	0,79	42,2
Mois...	− 2,85	—	0 83	136,5

Dans ce mois, l'air a été calme 9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 20 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1854.

Le 3, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.
» 5, il a neigé sur les montagnes presque jusqu'au pied ; cette neige disparait dans la journée.
» 8, beau halo solaire, de 10 h. 30 m. à 11 h. 15 m. ; belle couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.
» 14, les dernières traces de la neige de l'hiver ont disparu du sommet du grand Salève.
» 15, halo solaire, de 9 h. 30 m. à 10 h. 15 m.
» 22, à 5 h. 30 m., deux coups de tonnerre dans le lointain, du côté du Sud.
» 23, à 4 h. 55 m., un éclair et un coup de tonnerre au SO. ; orage précédé d'un violent coup de vent du SSO. ; plus tard, vers 6 h., tonnerres à l'Est.
» 24, beau halo solaire, de midi 10 m. à midi 45 m. ; depuis 2 h. 25 m., tonnerres au SO.
» 30, faible halo solaire, à plusieurs reprises dans la matinée.

Température du Rhône :

1re décade,	+ 8°,42
2me »	+11°,79
3me »	+13°,04
Mois	+11°,01

Minimum, le 9 + 7°,1. Maximum, le 31 + 14°,4.

GENÈVE. — Mai 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi:
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	718,08	716,61	714,61	716,42	+11,7	+19,6	+18,0	+11,1	+ 2,5	+21,5	0,68	0,77	0,38	0,83	1,2	SSO. 2	0,61	27,0
2	717,92	718,26	717,59	719,18	+12,5	+18,2	+19,1	+15,0	+10,1	+19,6	0,82	0,52	0,80	0,85	»	SSO. 1	0,56	27,5
3	721,15	720,21	719,44	719,42	+11,6	+20,1	+20,6	+15,3	+ 8,0	+21,4	0,79	0,38	0,40	0,52	»	SSO. 2	0,47	27,0
4	719,40	717,54	716,60	717,15	+11,2	+15,3	+15,9	+11,4	+ 8,8	+19,2	0,74	0,54	0,47	0,90	6,8	variab.	0,86	27,5
5	720,97	723,16	722,31	722,33	+ 6,8	+10,4	+12,5	+ 8,4	+ 5,2	+14,0	0,86	0,60	0,50	0,73	0,5	SSO. 1	0,84	27,5
6	722,74	722,06	721,30	723,37	+ 9,4	+14,4	+13,9	+10,0	+ 4,3	+15,7	0,68	0,44	0,36	0,55	»	SSO. 1	0,81	27,0
7	726,40	726,19	725,37	725,75	+12,3	+16,4	+17,8	+15,5	+ 8,3	+18,8	0,62	0,54	0,47	0,61	»	SSO. 1	0,63	27,0
8	725,92	724,35	723,59	724,24	+15,9	+19,2	+18,0	+13,2	+ 9,2	+20,1	0,40	0,35	0,45	0,69	0,4	S. 1	0,80	26,5
9	723,48	723,08	722,20	723,43	+11,3	+11,5	+13,1	+ 9,3	+ 7,6	+13,2	0,66	0,66	0,62	0,80	0,3	SSO. 1	0,92	26,0
10	723,31	722,78	722,81	723,31	+ 9,3	+13,2	+10,2	+ 8,7	+ 3,9	+15,8	0,81	0,58	0,79	0,99	1,2	N. 1	0,94	26,0
11	723,41	722,70	722,14	723,25	+11,3	+15,1	+18,6	+14,8	+ 6,3	+19,0	0,78	0,60	0,49	0,69	»	N. 1	0,71	26,0
12	723,76	722,88	721,69	722,07	+13,3	+16,0	+17,4	+16,6	+ 7,6	+19,5	0,90	0,67	0,59	0,62	»	N. 2	0,52	26,0
13	721,98	721,83	721,59	722,61	+16,4	+18,8	+17,5	+15,4	+12,2	+21,3	0,65	0,53	0,58	0,64	»	NNE. 2	0,61	26,0
14	722,98	722,43	721,86	722,20	+14,7	+15,8	+16,4	+16,6	+12,5	+18,3	0,88	0,71	0,68	0,69	»	N. 1	0,94	26,0
15	721,45	721,56	721,57	721,78	+14,5	+16,1	+16,0	+13,8	+11,0	+17,3	0,80	0,66	0,65	0,72	»	SSO. 1	0,84	26,0
16	722,05	721,55	720,14	721,27	+14,0	+16,6	+19,7	+16,2	+ 6,9	+20,3	0,74	0,62	0,49	0,71	»	N. 1	0,42	26,0
17	721,67	721,79	721,37	722,44	+15,4	+15,3	+15,4	+14,0	+ 7,4	+19,0	0,86	0,73	0,74	0,75	»	N. 1	0,87	26,0
18	723,33	722,84	722,09	723,24	+14,2	+18,6	+17,4	+15,5	+12,2	+19,4	0,80	0,59	0,58	0,72	»	N. 1	0,83	26,0
19	724,66	724,88	724,80	725,78	+15,0	+17,6	+18,0	+14,2	+11,0	+19,0	0,74	0,57	0,45	0,62	»	N. 1	0,61	26.0
20	727,23	727,03	725,41	726,03	+12,7	+16,8	+18,2	+15,2	+ 8,1	+19,1	0,76	0,56	0,43	0,60	»	N. 1	0,52	26,0
21	725,84	724,93	723,85	724,03	+15,1	+17,9	+17,7	+15,1	+ 7,0	+18,8	0,86	0,53	0,42	0,67	»	N. 1	0,88	24,0
22	725,15	722,07	721,37	722,52	+14,7	+21,8	+19,3	+15,9	+ 6,6	+23,3	0,62	0,41	0,44	0,73	0,9	variab.	0,74	24,0
23	722,51	721,32	719,98	722,72	+13,8	+21,0	+22,0	+14,8	+11,1	+23,2	0,85	0,41	0,44	0,69	1,3	SSO. 1	0,76	25,0
24	724,38	722,62	721,22	724,77	+12,6	+16,0	+12,7	+ 8,2	+ 7,4	+17,9	0,88	0,66	0,94	0,87	36,0	variab.	0,90	25,0
25	727,22	727,21	726,73	727,40	+12,0	+14,6	+16,5	+11,3	+ 6,7	+17,6	0,69	0,38	0,37	0,61	»	SSO. 1	0,28	25,5
26	727,54	726,06	724,38	725,18	+11,3	+16,7	+21,2	+16,6	+ 3,1	+22,0	0,57	0,49	0,28	0,45	0,5	SSO. 1	0,57	25,0
27	725,95	724,80	724,91	724,69	+15,4	+21,2	+16,8	+14,9	+10,2	+21,7	0,60	0,48	0,56	0,74	0,8	SSO. 1	0,88	26,0
28	724,44	724,84	724,42	724,42	+12,2	+12,8	+11,6	+12,0	+10,3	+13,9	0,98	0,83	0,90	0,83	8,1	NNE. 1	0,93	26.0
29	723,48	722,32	723,42	726,09	+11,1	+16,8	+10,4	+ 9,4	+ 6,5	+20,5	0,93	0,51	0,98	0,75	3,6	SSO. 1	0,68	
30	727,02	726,50	725,73	726,19	+10,7	+13,9	+13,8	+13,0	+ 2,5	+16,7	0,70	0,63	0,42	0,56	»	N. 1	0,28	
31	726,31	725,46	723,79	724,45	+15,3	+16,2	+17,5	+14,6	+ 4,9	+19,8	0,66	0,51	0,63	0,71	»	N. 1	0,43	

Moyennes du mois de Mai 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	721,55	721,94	721,80	721,42	721,00	720,60	720,87	721,46	721,60
2e »	723,11	723,25	723,24	722,95	722,54	722,27	722,44	723,07	723,28
3e »	725,28	725,26	724,88	724,38	723,81	723,62	724,07	724,77	725,29
Mois...	723,38	723,54	723,36	722,96	722,49	722,21	722,51	723,15	723,45

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	+ 8°,68	+11°,20	+14°,05	+15°,83	+16°,36	+15°,91	+13°,52	+11°,59	+10°,54
2e »	+12,09	+13,95	+15,38	+16,67	+17,96	+17,46	+16,06	+15,23	+13,92
3e »	+ 9,32	+12,75	+15,12	+17,17	+18,22	+16,50	+14,37	+13,07	+11,56
Mois...	+10,01	+12,64	+14,86	+16,58	+17,53	+16,62	+14,64	+13,29	+11,99

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	6,68	6,95	6,44	7,22	6,91	7,08	7,50	7,59	7,41
2e »	9,15	9,36	8,96	8,84	8,48	8,33	8,57	8,71	8,84
3e »	7,91	8,32	8,20	7,64	7,29	7,68	7,85	7,72	8,08
Mois....	7,91	8,21	7,88	7,89	7,55	7,70	7,97	8,00	8.11

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,80	0,71	0,55	0,54	0,50	0,52	0,66	0,75	0,79
2e »	0,87	0,79	0,69	0,63	0,56	0,57	0,64	0,68	0,75
3e »	0,89	0,76	0,65	0,53	0,48	0,58	0,66	0,69	0,79
Mois . .	0,85	0,75	0,63	0,56	0,51	0,56	0,65	0,70	0.78

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+ 6,79	+17,73	0,74	10,4	26,9
2e »	+ 9,52	+19,22	0,69	0,0	26,0
3e »	+ 6,92	+19,64	0,67	51,2	25,5
Mois....	+ 7,72	+18,89	0,70	61,6	26,1

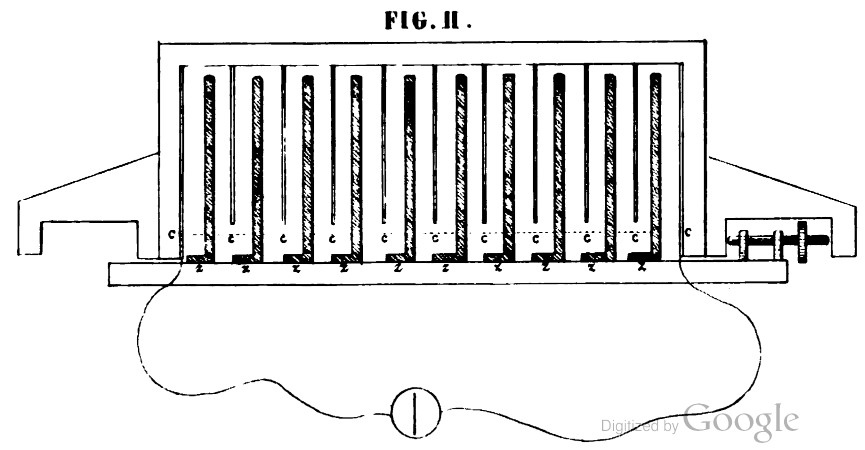
Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,90 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 81°,6 O. et son intensité est égale à 17 sur 100.

FIG. I.

FIG. II.



JUILLET 1854.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1853

POUR GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD,

PAR

M. le Professeur E. PLANTAMOUR.

Dans le résumé de l'année précédente, j'ai indiqué les raisons qui m'avaient conduit à admettre un changement de deux dixièmes de millimètre dans l'équation du baromètre de l'observatoire, et à porter à $+0^{mm},50$ la correction nécessaire pour ramener les indications de cet instrument à la hauteur absolue, tandis que cette correction n'était que de $+0^{mm},30$ avant le mois de novembre 1850, époque à laquelle le baromètre a été réparé. L'une de ces raisons était tirée de la comparaison des moyennes barométriques mensuelles observées à Morges et à Genève, la différence entre la hauteur moyenne observée à Morges et à Genève ayant augmenté de deux dixièmes de millimètre depuis le mois de décembre 1850; cet argument a été confirmé par une comparaison du baromètre de l'observa-

toire et de celui de M. Burnier à Morges, effectuée au moyen de mon baromètre portatif construit par Fastré. Quatre séries de dix comparaisons chacune, faites en 1853, du 21 au 24 juin, du 23 au 26 août, du 11 au 13 et du 16 au 17 décembre, m'ont donné pour la différence entre le baromètre de l'observatoire et celui de Fastré les nombres suivants :

	mm
	—0,52
	—0,52
	—0,59
	—0,60
Moyenne	—0,557

Les comparaisons entre le baromètre Fastré et le baromètre de M. Burnier, à Morges, ont eu lieu le 14 et le 15 décembre 1853; la moyenne de seize comparaisons donne : Barom. Fastré = Barom. Burnier — 0^{mm},144, d'où l'on tire :

Barom. observatoire = Barom. Burnier — 0^{mm},701,

et comme la correction appliquée par M. Burnier à son baromètre, pour ramener ses indications à la hauteur absolue, est de — 0^{mm},15, il suit, qu'en appliquant au baromètre de l'observatoire une correction de + 0^{mm},50, les deux instruments sont sensiblement d'accord, et qu'à cinq centièmes de millimètre près, ils donnent la même hauteur.

Le système des observations météorologiques faites à Genève a reçu cette année une nouvelle extension par la détermination de la température du Rhône, à sa sortie du lac, observée une fois par jour; on trouvera plus loin quelques détails sur la manière dont ces observations ont été

faites, et sur les résultats qu'elles ont fournis, résultats qui m'ont paru assez intéressants pour m'engager à les continuer. Quant aux autres observations météorologiques, elles ont été faites dans les deux stations, aux mêmes heures et suivant le même plan que les années précédentes, et je vais en indiquer successivement les principaux résultats.

TEMPÉRATURE.

Le tableau ci-joint renferme les moyennes mensuelles des observations bi-horaires de la température faites à Genève dans l'année 1853, les trois dernières colonnes étant réservées à l'indication de la température moyenne et aux moyennes des températures extrêmes enregistrées à l'aide des thermométrographes. Les heures de minuit, 14 h., 16 h., pour lesquelles la température a été obtenue par interpolation, ont été mises entre parenthèses:

Genève 1858

	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Tempér. moyen.	Minim. moyen.	Maxim. moyen.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Janvier	+ 4,19	+ 5,01	+ 4,47	+ 3,69	+ 3,45	+ 3,08	+ 2,73	+ 2,44	+ 2,23	+ 1,96	+ 1,84	+ 2,92	+ 3,17	+ 0,55	+ 6,47
Février	+ 1,11	+ 1,42	+ 1,37	+ 0,57	- 0,08	- 0,47	- 0,94	- 1,37	- 1,75	- 1,68	- 1,38	+ 0,13	- 0,26	- 3,01	+ 2,78
Mars.	+ 2,24	+ 3,10	+ 3,16	+ 2,28	+ 1,15	+ 0,03	- 0,87	- 1,60	- 2,04	- 1,75	- 0,82	+ 0,94	+ 0,47	- 2,77	+ 4,14
Avril	+ 9,36	+10,11	+10,05	+ 8,93	+ 7,57	+ 6,73	+ 6,10	+ 5,12	+ 4,31	+ 4,72	+ 6,82	+ 8,37	+ 7,35	+ 3,16	+11,74
Mai	+14,29	+14,10	+13,58	+12,45	+11,15	+10,42	+ 9,86	+ 9,28	+ 8,84	+ 9,25	+11,03	+12,62	+11,40	+ 7,58	+16,09
Juin	+18,30	+19,00	+18,67	+17,53	+15,84	+14,63	+13,62	+12,50	+12,03	+12,94	+15,20	+16,81	+15,59	+11,39	+20,56
Juillet	+21,58	+22,58	+21,95	+21,42	+19,27	+17,61	+15,58	+14,11	+13,94	+15,10	+18,01	+19,70	+18,40	+12,72	+24,09
Août	+21,49	+22,59	+22,22	+20,91	+18,74	+17,40	+15,99	+14,23	+13,28	+14,40	+17,45	+19,60	+18,19	+12,95	+23,55
Septembre...	+16,29	+16,93	+16,73	+15,21	+13,95	+13,09	+12,08	+10,89	+10,23	+10,99	+12,67	+14,85	+13,65	+10,10	+18,20
Octobre	+12,15	+12,90	+12,39	+10,95	+ 9,83	+ 9,02	+ 8,34	+ 7,57	+ 7,09	+ 7,46	+ 8,69	+10,78	+ 9,76	+ 6,31	+14,03
Novembre ...	+ 6,39	+ 6,72	+ 6,50	+ 5,77	+ 5,26	+ 5,18	+ 5,10	+ 4,84	+ 4,45	+ 4,42	+ 4,76	+ 5,84	+ 5,43	+ 3,51	+ 7,16
Décembre ...	- 0,79	- 0,51	- 1,04	- 1,89	- 2,18	- 2,30	- 2,36	- 2,40	- 2,43	- 2,48	- 2,42	- 1,60	- 1,87	- 3,67	+ 0,34
Hiver	+ 1,51	+ 1,99	+ 1,61	+ 0,80	+ 0,41	+ 0,12	- 0,16	- 0,41	- 0,61	- 0,70	- 0,63	+ 0,50	+ 0,37	- 2,01	+ 3,21
Printemps ...	+ 8,62	+ 9,09	+ 8,92	+ 7,88	+ 6,61	+ 5,72	+ 4,97	+ 4,23	+ 3,71	+ 4,07	+ 5,66	+ 7,30	+ 6,40	+ 2,65	+10,64
Eté	+20,48	+21,42	+20,97	+19,98	+17,98	+16,57	+15,09	+13,62	+13,04	+14,05	+16,91	+18,72	+17,10	+12,36	+22,76
Automne	+11,62	+12,19	+11,88	+10,65	+ 9,68	+ 9,10	+ 8,51	+ 7,78	+ 7,28	+ 7,63	+ 8,71	+10,49	+ 9,62	+ 6,64	+13,14
Année	+10,60	+11,22	+10,89	+ 9,87	+ 8,71	+ 7,93	+ 7,15	+ 6,34	+ 5,88	+ 6,29	+ 7,70	+ 9,30	+ 8,49	+ 4,94	+12,49

La variation diurne de la température est donnée par les formules suivantes, dans lesquelles l'heure est comptée à partir de midi.

Janvier.......	$t = +\ 3^\circ{,}17$	$+\ 1^\circ{,}25 \sin(\mu + 31^\circ{,}3)$	$+0^\circ{,}53 \sin(2\mu + 39^\circ{,}7)$	$+0^\circ{,}21 \sin(3\mu + 39^\circ{,}1)$
Février.......	$t = -\ 0{,}26$	$+\ 1{,}55 \sin(\mu + 39{,}2)$	$+0{,}39 \sin(2\mu + 59{,}5)$	$+0{,}04 \sin(3\mu + 90{,}0)$
Mars.........	$t = +\ 0{,}47$	$+\ 2{,}58 \sin(\mu + 38{,}7)$	$+0{,}33 \sin(2\mu + 54{,}9)$	$+0{,}03 \sin(3\mu + 180{,}0)$
Avril	$t = +\ 7{,}35$	$+\ 2{,}70 \sin(\mu + 45{,}3)$	$+0{,}41 \sin(2\mu + 84{,}4)$	$+0{,}30 \sin(3\mu + 241{,}7)$
Mai..........	$t = +\ 11{,}40$	$+\ 2{,}58 \sin(\mu + 55{,}7)$	$+0{,}57 \sin(2\mu + 81{,}9)$	$+0.10 \sin(3\mu + 196{,}7)$
Juin.........	$t = +\ 15{,}59$	$+\ 3{,}33 \sin(\mu + 49{,}3)$	$+0{,}33 \sin(2\mu + 96{,}9)$	$+0{,}23 \sin(3\mu + 257{,}2)$
Juillet........	$t = +\ 18{,}40$	$+\ 4{,}24 \sin(\mu + 46{,}7)$	$+0{,}29 \sin(2\mu + 146{,}3)$	$+0{,}11 \sin(3\mu + 285{,}3)$
Août.........	$t = +\ 18{,}19$	$+\ 4{,}34 \sin(\mu + 45{,}2)$	$+0{,}54 \sin(2\mu + 102{,}8)$	$+0{,}36 \sin(3\mu + 260{,}3)$
Septembre ...	$t = +\ 13{,}65$	$+\ 3{,}14 \sin(\mu + 46{,}2)$	$+0{,}54 \sin(2\mu + 86{,}8)$	$+0{,}16 \sin(3\mu + 273{,}6)$
Octobre	$t = +\ 9{,}76$	$+\ 2{,}70 \sin(\mu + 49{,}3)$	$+0{,}58 \sin(2\mu + 65{,}6)$	$+0{,}05 \sin(3\mu + 281{,}3)$
Novembre	$t = +\ 5{,}43$	$+\ 0{,}99 \sin(\mu + 45{,}8)$	$+0{,}40 \sin(2\mu + 58{,}3)$	$+0{,}04 \sin(3\mu + 256{,}0)$
Décembre	$t = -\ 1{,}87$	$+\ 0{,}85 \sin(\mu + 59{,}5)$	$+0{,}43 \sin(2\mu + 45{,}9)$	$+0{,}12 \sin(3\mu + 35{,}0)$
Hiver	$t = +\ 0^\circ{,}37$	$+\ 1^\circ{,}18 \sin(\mu + 41^\circ{,}2)$	$+0^\circ{,}45 \sin(2\mu + 46^\circ{,}8)$	$+0^\circ{,}12 \sin(3\mu + 41^\circ{,}6)$
Printemps....	$t = +\ 6{,}40$	$+\ 2{,}61 \sin(\mu + 46{,}7)$	$+0{,}40 \sin(2\mu + 75{,}6)$	$+0{,}12 \sin(3\mu + 221{,}6)$
Été..........	$t = +\ 17{,}40$	$+\ 3{,}99 \sin(\mu + 46{,}6)$	$+0{,}39 \sin(2\mu + 112{,}6)$	$+0{,}24 \sin(3\mu + 257{,}7)$
Automne......	$t = +\ 9{,}62$	$+\ 2{,}27 \sin(\mu + 47{,}0)$	$+0{,}50 \sin(2\mu + 71{,}2)$	$+0{,}08 \sin(3\mu + 270{,}0)$
Année........	$t = +\ 8^\circ{,}49$	$+\ 2^\circ{,}52 \sin(\mu + 46^\circ{,}0)$	$+0^\circ{,}40 \sin(2\mu + 75^\circ{,}6)$	$+0^\circ{,}08 \sin(3\mu + 262^\circ{,}9)$

La température de l'année 1853 a été inférieure de 0°,4 à la moyenne des 13 années 1841-53.

Le mois de	Janvier	a été	plus chaud	de	3°,1
	Février	»	plus froid	de	1,7
	Mars	»	plus froid	de	3,3
	Avril	»	plus froid	de	1,0
	Mai	»	plus froid	de	1,2
	Juin	»	plus froid	de	1,0
	Juillet	»	plus chaud	de	0,5
	Août	»	plus chaud	de	1,1
	Septembre	»	plus froid	de	0,3
	Octobre	»	plus chaud	de	0,4
	Novembre	»	plus chaud	de	0,8
	Décembre	»	plus froid	de	2,3

L'abaissement continu de la température pendant les cinq mois de février, mars, avril, mai et juin est très-remarquable; pendant ces cinq mois, la température a été en moyenne de 1°,6 plus froide que de coutume; les deux premiers mois ont été beaucoup plus secs que d'ordinaire, tandis que les trois derniers présentent un excédant considérable dans le nombre de jours de pluie; toutefois, le mois de mai est le seul pour lequel la quantité de pluie dépasse notablement la moyenne.

Les plus hautes et les plus basses températures enregistrées à l'aide des thermométrographes sont pour chaque mois:

	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Janvier...	— 3°,8	le 26	+12°,4	le 21
Février...	—10,0	25	+ 7,9	7
Mars.....	—13,2	5	+12,2	31
Avril.....	— 1,1	15	+23,3	7
Mai......	— 0,7	9	+22,0	26
Juin	+ 5,2	2	+32,0	30
Juillet....	+ 8,1	16	+31,6	28
Août.....	+ 9,2	19	+31,9	23
Septembre.	+ 4,5	27	+23,6	1
Octobre...	+ 0,9	23	+23,3	1
Novembre.	— 3,9	26	+12,1	9
Décembre .	—13,4	30	+ 6,0	18
Année....	—13,4	le 30 décemb.	+32,0	le 30 juin.

Le nombre des jours où la température s'est abaissée au-dessous de 0, pour le minimum et pour le maximum, est pour chaque mois:

1853

	Minimum au-dessous de 0.	Maximum au-dessous de 0.
Janvier.......	14 jours.	0 jours.
Février	26 »	3 »
Mars.........	27 »	5 »
Avril	1 »	0 »
Mai	1 »	0 »
Novembre.....	5 »	0 »
Décembre.....	31 »	12 »

Il y a eu, par conséquent, 105 jours dans l'année 1853, où le minimum est descendu au-dessous de 0, et 20 jours où le maximum ne s'est pas élevé à 0; les chiffres moyens sont respectivement 94 et 23. C'est encore le mois de mars qui présente, comme l'année précédente, un nombre

très-considérable de jours de gelée; le mois de janvier présente une différence en sens contraire.

La température du Rhône a été observée au moyen d'un thermomètre fixé dans un cylindre ouvert à sa partie supérieure; de cette façon, la boule plongeait dans l'eau, lorsque l'appareil était remonté, et la lecture pouvait être effectuée sans craindre que la température fût altérée pendant cette opération. L'emplacement choisi pour faire ces observations est au milieu, à peu près, du lit du Rhône, à la hauteur du pont des Bergues, dans un endroit où le courant est assez rapide et la profondeur de deux à trois mètres dans les basses eaux; l'instrument était toujours plongé à la même profondeur, un mètre au-dessous de la surface de l'eau, et il était remonté après un intervalle de temps suffisamment long pour s'être mis à la température de l'eau. Les observations ont été faites tous les jours, sauf les dimanches, vers 1 heure après midi; la variation diurne de la température et les différences d'un jour à l'autre sont, en général, assez faibles pour que l'on puisse regarder comme suffisante cette observation unique; les variations plus considérables dans la température du Rhône sont dues à des circonstances accidentelles, comme un changement dans la direction et dans la force du vent, ou bien à une chute abondante de pluie ou de neige, et elles ne peuvent pas altérer sensiblement les moyennes.

J'ai réuni toutes ces observations dans le tableau suivant :

1853 — TEMPÉRATURE DU RHÔNE A 1 HEURE APRÈS MIDI.

Date.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	—	+6,5	+4,1	+6,4	—	+10,4	+15,7	+19,0	+17,3	+14,3	+12,6	+7,7
2	—	+6,5	+4,7	—	+ 8,6	+11,1	+14,0	+19,7	+17,2	—	+12,5	+8,3
3	+7,2	+6,3	+4,7	—	+ 9,1	+11,9	—	+19,8	+16,3	+12,9	+12,5	+7,8
4	+7,1	+6,1	+4,8	+6,4	+10,6	+12,9	+15,7	+20,7	—	+13,0	+12,3	—
5	+7,1	+6,3	+4,6	+6,2	—	—	+16,0	+21,4	+16,0	+13,4	+12,3	+7,7
6	+7,2	—	—	+7,2	+10,8	+14,6	+17,3	+21,4	+16,3	+13,5	—	+7,8
7	+7,0	+6,5	+5,3	+7,7	+11,2	+13,8	+18,7	—	+16,0	+13,6	+12,2	+7,7
8	+7,1	—	+5,6	+7,6	—	+14,7	+17,7	+20,7	—	+13,3	+12,3	+7,7
9	—	+6,3	+5,5	+6,2	+ 9,0	+15,7	+17,3	+20,3	+ 8,0	—	+12,1	+6,8
10	+7,2	+6,2	+5,6	—	+ 9,2	+16,4	—	+20,1	+15,7	+13,4	+11,7	+6,4
11	+7,3	+6,4	+5,9	+7,0	+ 8,5	+16,4	+17,7	+20,3	—	+13,7	+11,5	—
12	+7,4	+6,2	+6,1	+7,2	+ 9,1	—	+19,4	+20,4	+16,0	+12,8	+11,3	+7,0
13	+7,3	—	—	+6,9	+ 9,7	+13,7	+19,7	+20,4	+16,4	+13,6	—	+7,1
14	+7,3	+5,8	—	+6,7	+11,4	+ 9,7	+17,2	—	+16,1	+13,5	+11,4	+7,0
15	+7,2	+6,0	+6,3	+6,8	—	+11,5	+11,1	+17,9	+16,4	+13,7	+11,4	+7,0
16	—	+5,8	+6,0	+6,8	+11,4	+13,7	+ 9,7	+16,6	+16,4	—	+11,3	+6,4
17	+6,9	+5,5	+5,7	—	+10,7	+14,9	—	+14,8	+16,7	+13,4	+10,9	+6,7
18	+6,5	+5,7	+6,1	+7,8	+ 9,8	+15,0	+16,6	+14,6	—	+12,7	+10,8	—
19	+6,6	+4,3	+5,5	+8,6	+10,2	—	+17,7	+13,1	+16,8	+10,4	+10,1	+6,1
20	+6,7	—	—	+8,3	+ 9,5	+12,4	+16,7	+16,6	+16,7	+ 9,3	—	+6,6
21	+6,3	+5,1	+4,5	+8,2	+ 9,8	+10,2	+18,2	—	+16,7	+10,4	+ 9,9	+6,6
22	+6,3	+5,1	+4,6	+7,8	—	+ 8,7	+18,3	+19,7	+16,7	+11,7	+ 9,4	+5,9
23	—	+4,7	+4,3	+7,2	+11,7	+ 7,8	+16,7	+20,2	+16,9	—	+10,0	+5,3
24	+5,3	+4,7	+4,9	—	+12,7	+11,1	—	+19,7	+16,8	+12,8	+ 9,5	+5,5
25	—	+4,3	+4,9	+6,9	+12,8	+13,1	+18,7	+18,2	—	+12,7	+ 9,6	—
26	+5,7	+5,1	—	+6,8	+12,5	—	+18,4	+17,7	+15,5	+12,7	+ 9,4	+4,0
27	+6,1	—	—	+6,9	+12,8	+11,1	+19,7	+16,4	+ 9,9	+12,6	—	+3,9
28	+6,0	+4,7	+4,7	+6,8	+13,2	+11,2	+20,7	—	+ 9,6	+12,7	+ 8,0	+4,6
29	+6,2		+5,6	+7,2	—	+13,8	+17,6	+14,1	+13,0	+12,7	+ 8,4	+3,5
30	—		+6,3	+7,2	+10,7	+14,7	+16,5	+15,9	+13,6	—	+ 8,4	+1,7
31	+6,4		+6,2		+10,6		—	+15,2		+12,7		+3,3
Moyen.	+6,72	+5,64	+5,30	+7,15	+10,63	+12,71	+17,04	+18,33	+15,32	+12,75	+10,84	+6,15

Comme ces observations ne se rapportent qu'à une seule année, on ne peut pas en déduire encore des résultats bien certains sur la marche relative de la température dans l'eau et dans l'air, et cela d'autant moins, que pendant tout le printemps de l'année dernière, la température de l'air a été exceptionnellement basse. Voici néanmoins, pour chaque mois de l'année 1853, la différence entre la température moyenne du Rhône et celle de l'air:

Janvier.......	+ 3°,55
Février.......	+ 5,90
Mars.........	+ 4,83
Avril.........	— 0,20
Mai..........	— 0,77
Juin	— 2,88
Juillet........	— 1,36
Août	+ 0,14
Septembre	+ 1,67
Octobre	+ 2,99
Novembre.....	+ 5,41
Décembre.....	+ 8,02
Année......	+ 2,33

La température du Rhône a été ainsi supérieure à la température moyenne de l'air, sauf pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet; cette différence s'explique très-naturellement par le réchauffement plus lent au printemps de la masse des eaux du lac et par la température froide des affluents alimentés par la fonte des neiges et des glaciers. Il est probable, en outre, que cette différence négative a été plus faible en 1853 qu'elle ne l'est ordinairement, en raison du printemps froid de cette année; il est également à présumer que la différence observée au mois de janvier est au-dessous de sa valeur moyenne, les mois

de décembre 1852 et janvier 1853 ayant été très-doux, tandis que l'abaissement de la température de l'air dans les mois de février, mars et décembre, a dû produire des différences trop fortes. La continuation de ces observations pendant quelques années permettra de déterminer d'une manière plus précise ces différences.

On peut également remarquer dans le tableau précédent, combien la température du Rhône varie peu dans les mois de janvier, février, mars, avril, octobre, novembre et décembre. Les mois d'été présentent seuls des variations un peu considérables d'un jour à l'autre; ces variations semblent pouvoir être attribuées au mélange de couches inégalement réchauffées, produit par l'agitation du lac, dans d'autres cas par la chute d'une pluie froide et abondante. D'après les observations faites par M. Burnier, à Morges, ces variations brusques seraient beaucoup moins considérables dans cette partie du lac où il a sa plus grande largeur, que dans son extrémité près de Genève; les variations dans la température du Rhône sous le pont des Bergues s'observent également dans la partie du lac voisine de la ville, ainsi qu'il résulte d'un grand nombre d'observations faites par un de mes amis, M. Hentsch, qui habite une campagne à un quart de lieue de la ville. M. Hentsch se servait d'un appareil semblable au nôtre, plongé à la même profondeur, ses observations se faisaient à une portée de pistolet du bord, au moyen d'un bateau. Voici quelques exemples de ces variations observées aux deux endroits: le 11 juin, la température du Rhône a été trouvée de 16°,4, le 13 de + 13°,7, le 14 de + 9°,7. M. Hentsch a observé le 11, à 6 h. du matin, 16°,2, à 7 h. du soir, 17°,5; le 12, à 6 h. du matin et à 7 h. du soir, + 15°; le 13, à 6 h. du matin, + 14°,5, à 7 h. du

soir, 8°,0; le 14, à 6 h. du matin, 10°,0; si l'on cherche dans les registres météorologiques la cause de cet abaissement de la température de l'eau, le 13 et le 14, on trouve une pluie d'orage très-abondante dans la soirée du 11, et un vent du SO. le 13, qui a refroidi également beaucoup la température de l'air. Dans les journées du 22 et du 23 juin, la température de l'eau a présenté un abaissement considérable; M. Hentsch a trouvé le 23, 9°,5, à 6 h. du matin, et 7° seulement à 4 h. du soir; le 22 au matin, il était tombé de la neige sur les Voirons et sur le Jura. Du 14 au 15 juillet, la température du Rhône est tombée de + 17° à 11°; cet abaissement peut être attribué à une pluie très-abondante tombée le 14, suivie d'un vent violent du SO. Comme dernier exemple de ces variations brusques de la température, je citerai celle qui a eu lieu du 7 au 10 septembre; M. Hentsch a observé, le 7, 15°,2, le 8, 9°,3, le 9, 8°,2, le 10, 15°,4, nombres qui sont très-peu différents de ceux du tableau ci-dessus; pendant toute la journée du 7, le vent du SO. a soufflé avec violence. S'il est permis de déterminer l'influence de la direction du vent sur la température du Rhône par des observations d'une seule année, on pourrait conclure que dans les mois d'hiver, la température du Rhône est abaissée par un vent violent et prolongé, soufflant du NE., tandis que dans les mois d'été, un refroidissement notable est produit par les vents du SO.

Le tableau suivant renferme les observations bihoraires de la température, faites au Grand Saint-Bernard, présentées sous la forme accoutumée; les lacunes dans les indications du thermomètre à maximum, provenant du dérangement de cet instrument, n'ont pas permis de compléter les moyennes.

Saint-Bernard 1858

	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit.)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Tempér. moyenne	Minimum moyen.	Maxim. moyen.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Janvier..	- 6,16	- 6,29	- 7,55	- 8,10	- 8,41	- 8,50	— 8,37	- 8,43	- 8,69	- 8,52	- 8,29	- 7,51	— 7,91	—11,55	— 3,89
Février..	-11,75	-11,96	-12,94	-14,21	-14,57	-14,65	—14,73	-15,18	-15,71	-15,52	-14,87	-13,09	—14,11	—18,82	— 9,43
Mars....	- 9,20	- 8,99	- 9,90	-11,39	-11,69	-11,84	—11,98	-12,46	-12,94	-12,84	-11,48	- 9,86	—11,22	—15,72	— 7,66
Avril....	- 3,04	- 3,16	- 4,10	- 5,67	- 6,44	- 6,59	— 7,09	- 7,67	- 7,93	- 7,44	- 5,38	- 4,09	— 5,72	—10,15	—
Mai.....	+ 1,75	+ 1,25	+ 0,49	- 0,46	- 1,25	- 1,61	— 1,85	- 2,22	- 2,26	- 1,94	+ 0,02	+ 1,00	— 0,58	— 4,56	+ 4,07
Juin.....	+ 5,87	+ 6,57	+ 5,72	+ 3,92	+ 2,35	+ 2,14	+ 1,20	+ 0,63	+ 0,50	+ 1,17	+ 3,14	+ 4,77	+ 3,17	— 0,60	+ 8,17
Juillet...	+ 9,25	+ 9,44	+ 8,79	+ 7,42	+ 6,01	+ 5,57	+ 4,85	+ 4,42	+ 4,43	+ 5,00	+ 6,89	+ 8,38	+ 6,70	+ 1,99	+11,49
Août.....	+ 9,87	+10,19	+ 9,35	+ 7,97	+ 6,91	+ 6,55	+ 5,91	+ 5,32	+ 5,00	+ 5,30	+ 6,89	+ 8,65	+ 7,32	+ 3,04	+11,51
Septemb..	+ 4,87	+ 4,73	+ 4,18	+ 3,49	+ 2,77	+ 2,57	+ 2,08	+ 1,49	+ 1,21	+ 1,62	+ 2,97	+ 4,17	+ 3,01	— 0,60	+ 6,46
Octobre..	+ 0,67	+ 0,77	- 0,05	- 1,07	- 1,47	- 1,75	— 2,06	- 2,49	- 2,76	- 2,37	- 1,31	+ 0,04	— 1,16	— 4,77	+ 2,24
Novembre	- 3,24	- 3,20	- 4,09	- 4,54	- 4,96	- 5,01	— 4,85	- 4,93	- 5,21	- 5,13	- 5,09	- 4,05	— 4,53	— 7,83	—
Décembre	- 9,72	- 9,62	-11,02	-11,36	-11,61	-11,64	—11,22	-11,02	-11,15	-11,06	-11,23	-10,70	—10,96	—13,94	—
Hiver....	- 9,12	- 9,20	-10,42	-11,12	-11,43	-11,50	—11,31	-11,41	-11,73	-11,57	-11,35	-10,34	—10,89	—14,64	
Printemps	- 3,50	- 3,63	- 4,51	- 5,84	- 6,46	- 6,68	— 6,99	- 7,48	- 7,73	- 7,41	- 5,62	- 4,32	— 5,84	—10,14	
Été......	+ 8,36	+ 8,76	+ 7,98	+ 6,46	+ 5,18	+ 4,78	+ 4,08	+ 3,54	+ 3,34	+ 3,85	+ 5,67	+ 7,29	+ 5,77	+ 1,50	
Automne.	+ 0,77	+ 0,77	+ 0,01	- 0,71	- 1,22	- 1,40	— 1,61	- 1,98	- 2,26	- 1,96	- 1,17	+ 0,05	— 0,90	— 4,41	
Année...	- 0,84	- 0,79	- 1,69	- 2,76	- 3,44	- 3,66	— 3,93	- 4,31	- 4,57	- 4,24	- 3,08	- 1,79	— 2,93	— 6,88	

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard, pour l'année 1853.

Janvier $t =$	$-7°,91$	$+0°,99 \sin(\mu + 71°,2)$	$+0°,54 \sin(2\mu + 63°,4)$
Février $t =$	$-14,11$	$+1,62 \sin(\mu + 60,4)$	$+0,81 \sin(2\mu + 77,2)$
Mars... $t =$	$-11,22$	$+1,69 \sin(\mu + 62,5)$	$+0,75 \sin(2\mu + 83,1)$
Avril... $t =$	$-5,72$	$+2,26 \sin(\mu + 67,1)$	$+0,71 \sin(2\mu + 95,6)$
Mai.... $t =$	$-0,58$	$+1,86 \sin(\mu + 74,0)$	$+0,52 \sin(2\mu + 102,2)$
Juin.... $t =$	$+3,17$	$+2,88 \sin(\mu + 60,4)$	$+0,54 \sin(2\mu + 80,4)$
Juillet. $t =$	$+6,70$	$+2,53 \sin(\mu + 64,5)$	$+0,43 \sin(2\mu + 86,0)$
Août... $t =$	$+7,32$	$+2,40 \sin(\mu + 57,2)$	$+0,62 \sin(2\mu + 78,9)$
Sept.... $t =$	$+3,01$	$+1,65 \sin(\mu + 58,6)$	$+0,50 \sin(2\mu + 105,1)$
Octob.. $t =$	$-1,16$	$+1,59 \sin(\mu + 63,4)$	$+0,52 \sin(2\mu + 91,1)$
Nov.... $t =$	$-4,53$	$+0,83 \sin(\mu + 65,0)$	$+0,49 \sin(2\mu + 60,9)$
Décem. $t =$	$-10,96$	$+0,65 \sin(\mu + 94,4)$	$+0,51 \sin(2\mu + 49,8)$
Hiver.. $t =$	$-10,89$	$+1,04 \sin(\mu + 70,9)$	$+0,62 \sin(2\mu + 65,1)$
Print... $t =$	$-5,84$	$+1,94 \sin(\mu + 68,2)$	$+0,65 \sin(2\mu + 94,4)$
Eté..... $t =$	$+5,77$	$+2,57 \sin(\mu + 60,4)$	$+0,56 \sin(2\mu + 81,7)$
Autom. $t =$	$-0,90$	$+1,35 \sin(\mu + 61,7)$	$+0,48 \sin(2\mu + 86,4)$
Année.. $t =$	$-2,93$	$+1,73 \sin(\mu + 64,3)$	$+0,57 \sin(2\mu + 81,9)$

La température moyenne de l'année 1853 a été plus froide de 0°,9 que la moyenne des 13 années 1841—53.

Le mois de Janvier	a été	plus chaud de	1°,8
Février	»	plus froid de	5,3
Mars	»	plus froid de	3,6
Avril	»	plus froid de	1,9
Mai	»	plus froid de	1,1
Juin	»	plus froid de	1,1
Juillet	»	plus chaud de	0,7
Août	»	plus chaud de	1,8
Septembre	»	plus chaud de	0,3
Octobre	»	plus froid de	0,2
Novembre	»	plus chaud de	0,7
Décembre	»	plus froid de	3,7

Les mêmes anomalies, dans la température des différents mois, se sont ainsi reproduites à Genève et au Saint-Bernard ; seulement dans cette dernière station le froid du mois de février a été encore beaucoup plus prononcé; du mois de février au mois de juin inclusivement, l'abaissement de la température moyenne a été de 2°,5.

On trouve entre la température moyenne de Genève et celle du Saint-Bernard les différences suivantes pendant l'année 1853 :

En Janvier,	de 11°,08	En Juillet,	de 11°,70
Février,	de 13,85	Août,	de 10,87
Mars,	de 11,69	Septembre,	de 10,64
Avril,	de 13,07	Octobre,	de 10,92
Mai,	de 11,98	Novembre,	de 9,96
Juin,	de 12,42	Décembre,	de 9,09
		Pour l'année,	de 11°,42

La glace qui couvrait le petit lac à côté de l'hospice a disparu entièrement dans la journée du 26 juillet; la glace a commencé à se reformer dans la nuit du 3 au 4 octobre, et le lac a été entièrement gelé dans la nuit du 14 au 15 du même mois; il n'y a eu, par conséquent, que 70 jours dans l'année 1853, pendant lesquels le lac ait été débarrassé entièrement de la glace qui le recouvre ordinairement.

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

Le tableau suivant renferme la hauteur moyenne du baromètre à Genève, corrigée de l'erreur de l'instrument 0mm,50, et la différence entre la hauteur pour chaque heure d'observation et la moyenne :



Genève 1858

	Hauteur moyen.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14) h.	(16) h.	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janvier......	724,70	+0,24	—0,38	—0,40	—0,23	+0,01	+0,07	+0,01	—0,25	—0,27	+0,05	+0,36	+0,76
Février......	715,81	+0,14	—0,41	—0,42	—0,09	+0,12	+0,14	—0,02	—0,25	—0,20	+0,12	+0,40	+0,48
Mars.......	723,12	+0,13	—0,35	—0,41	—0,16	+0,23	+0,33	+0,19	—0,14	—0,27	—0,09	+0,16	+0,26
Avril........	725,17	—0,02	—0,38	—0,50	—0,39	+0,07	+0,28	+0,26	+0,09	0,00	+0,09	+0,20	+0,26
Mai.	722,57	—0,04	—0,40	—0,57	—0,52	+0,04	+0,26	+0,22	+0,10	+0,08	+0,26	+0,42	+0,31
Juin.........	724,43	+0,01	—0,36	—0,58	—0,52	—0,01	+0,35	+0,34	+0,13	—0,01	+0,14	+0,28	+0,26
Juillet.......	728,28	+0,04	—0,37	—0,64	—0,72	—0,30	+0,24	+0,31	+0,24	+0,17	+0,29	+0,47	+0,32
Août.........	726,74	+0,03	—0,42	—0,75	—0,70	—0,17	+0,16	+0,20	+0,15	+0,18	+0,43	+0,54	+0,45
Septembre....	726,78	+0,15	—0,28	—0,55	—0,39	+0,18	+0,28	+0,25	—0,06	—0,22	—0,08	+0,23	+0,43
Octobre......	724,80	—0,12	—0,58	—0,62	—0,07	+0,22	+0,50	+0,25	—0,10	—0,20	—0,02	+0,33	+0,37
Novembre....	727,73	0,00	—0,42	—0,38	—0,12	+0,04	+0,20	+0,06	—0,16	—0,16	+0,01	+0,30	+0,51
Décembre....	722,91	+0,05	—0,39	—0,30	—0,05	+0,09	+0,11	—0,04	—0,23	—0,18	+0,05	+0,22	+0,60
Hiver........	721,32	+0,14	—0,39	—0,37	—0,13	+0,07	+0,10	—0,02	—0,25	—0,22	+0,07	+0,32	+0,62
Printemps....	723,60	+0,03	—0,37	—0,49	—0,35	+0,09	+0,29	+0,24	+0,04	—0,05	+0,09	+0,26	+0,28
Été	726,51	+0,03	—0,38	—0,65	—0,64	—0,16	+0,25	+0,28	+0,18	+0,12	+0,29	+0,44	+0,35
Automne.....	726,42	+0,01	—0,43	—0,52	—0,19	+0,15	+0,33	+0,20	—0,10	—0,20	—0,03	+0,30	+0,43
Année........	724,47	+0,05	—0,40	—0,51	—0,33	+0,03	+0,24	+0,17	—0,03	—0,10	+0,10	+0,33	+0,42

La variation diurne pendant l'année 1853 est représentée par les formules suivantes :

	mm	mm	o	mm · o
Janvier	$b = 724,70$	$+0,23 \sin(\mu + 145,6)$		$+0,38 \sin(2\nu + 158,2)$
Février	$b = 715,81$	$+0,16 \sin(\mu + 161,6)$		$+0,34 \sin(2\mu + 175,0)$
Mars...	$b = 723,12$	$+0,08 \sin(\mu + 240,3)$		$+0,34 \sin(2\mu + 161,0)$
Avril..	$b = 725,17$	$+0,25 \sin(\mu + 213,7)$		$+0,26 \sin(2\mu + 152,5)$
Mai....	$b = 722,57$	$+0,35 \sin(\mu + 200,0)$		$+0,27 \sin(2\mu + 158,2)$
Juin....	$b = 724,43$	$+0,31 \sin(\mu + 210,6)$		$+0,32 \sin(2\mu + 146,3)$
Juillet.	$b = 728,28$	$+0,46 \sin(\mu + 195,3)$		$+0,28 \sin(2\mu + 136,5)$
Août...	$b = 726,74$	$+0,51 \sin(\mu + 189,1)$		$+0,30 \sin(2\mu + 156,0)$
Sept....	$b = 726,78$	$+0,15 \sin(\mu + 199,7)$		$+0,37 \sin(2\mu + 147,2)$
Octob..	$b = 724,80$	$+0,22 \sin(\mu + 236,3)$		$+0,42 \sin(2\mu + 170,3)$
Nov....	$b = 727,73$	$+0,15 \sin(\mu + 183,8)$		$+0,31 \sin(2\mu + 170,8)$
Décem.	$b = 722,91$	$+0,13 \sin(\mu + 151,4)$		$+0,28 \sin(2\mu + 175,9)$
Hiver..	$b = 721,32$	$+0,17 \sin(\mu + 151,9)$		$+0,34 \sin(2\mu + 169,7)$
Print...	$b = 723,60$	$+0,23 \sin(\mu + 211,0)$		$+0,29 \sin(2\mu + 155,2)$
Eté.....	$b = 726,51$	$+0,42 \sin(\mu + 196,7)$		$+0,29 \sin(2\mu + 146,3)$
Autom.	$b = 726,42$	$+0,16 \sin(\mu + 209,7)$		$+0,37 \sin(2\mu + 161,1)$
Année..	$b = 724,47$	$+0,23 \sin(\mu + 195,3)$		$+0,33 \sin(2\mu + 156,6)$

Les plus fortes et les plus faibles valeurs de la pression atmosphérique observées dans chaque mois sont :

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Janvier....	735,83	le 1	711,79	le 17	24,04
Février ...	727,85	22	700,67	10	27,18
Mars	734,02	5	706,82	16	27,20
Avril.....	732,61	5	716,43	22	16,18
Mai......	728,05	10	712,77	7	15,28
Juin......	729,89	16	717,54	22	12,35
Juillet	734,53	3	720,08	13	14,45
Août	730,87	21	720,69	26	10,18
Septembre.	734,43	28	720,25	25	14,18
Octobre ...	735,98	23	712,84	18	23,14
Novembre .	736,57	10	714,72	16	21,85
Décembre..	730,52	1	702,60	15	27,92
Année	736,57	le 10 nov.	700,67	le 10 févr.	35,90

Le minimum du 10 février est extraordinairement bas; dans le cours des treize dernières années, le baromètre n'avait pas atteint un niveau aussi bas; le 28 février 1843 le minimum avait été de 700,71.

Les observations du baromètre faites au Saint-Bernard sont données dans le tableau suivant sous la même forme que celles de Genève :

(*Voyez le tableau à la page suivante.*)

La différence de hauteur entre Genève et le Saint-Bernard, calculée à l'aide des moyennes annuelles de la pression atmosphérique de la température et de l'humidité de l'air, est, d'après mes nouvelles tables hypsométriques, de $2063^m,2$, soit de $2^m,8$ au-dessous de la valeur obtenue par la moyenne des dix années 1841—50.

Les formules pour la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard pendant l'année 1853 sont :

	mm	mm	°	mm °
Janvier	$b=560,26$	$+0,07$	$\sin(\mu+56,3)$	$+0,25 \sin(2\mu+158,6)$
Février	$b=549,55$	$+0,09$	$\sin(\mu+328,0)$	$+0,21 \sin(2\mu+174,6)$
Mars ..	$b=556,00$	$+0,35$	$\sin(\mu+335,4)$	$+0,26 \sin(2\mu+149,4)$
Avril ..	$b=560,42$	$+0,21$	$\sin(\mu+351,9)$	$+0,17 \sin(2\mu+147,3)$
Mai....	$b=561,94$	$+0,22$	$\sin(\mu+341,6)$	$+0,20 \sin(2\mu+120,5)$
Juin...	$b=564,70$	$+0,36$	$\sin(\mu+342,1)$	$+0,23 \sin(2\mu+136,7)$
Juillet.	$b=569,76$	$+0,21$	$\sin(\mu+332,2)$	$+0,21 \sin(2\mu+140,9)$
Août...	$b=568,75$	$+0,16$	$\sin(\mu+346,0)$	$+0,21 \sin(2\mu+144,8)$
Sept...	$b=566,46$	$+0,28$	$\sin(\mu+347,5)$	$+0,23 \sin(2\mu+138,6)$
Octob .	$b=564,04$	$+0,17$	$\sin(\mu+350,0)$	$+0,23 \sin(2\mu+154,5)$
Nov...	$b=563,59$	$+0,17$	$\sin(\mu+28,1)$	$+0,29 \sin(2\mu+167,9)$
Déc ...	$b=556,57$	$+0,05$	$\sin(\mu+53,1)$	$+0,24 \sin(2\mu+167,7)$
Hiver..	$b=555,65$	$+0,05$	$\sin(\mu+21,8)$	$+0,23 \sin(2\mu+164,7)$
Print ..	$b=559,44$	$+0,26$	$\sin(\mu+342,2)$	$+0,20 \sin(2\mu+139,1)$
Été....	$b=567,77$	$+0,24$	$\sin(\mu+340,8)$	$+0,22 \sin(2\mu+140,5)$
Autom .	$b=564,69$	$+0,20$	$\sin(\mu+0,0)$	$+0,24 \sin(2\mu+155,6)$
Année .	$b=561,92$	$+0,18$	$\sin(\mu+347,5)$	$+0,22 \sin(2\mu+149,9)$

Saint-Bernard 1858

	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janvier......	560,26	+ 0,11	— 0,17	— 0,14	— 0,01	+ 0,15	+ 0,17	+ 0,03	— 0,23	— 0,31	— 0,20	+ 0,08	+ 0,40
Février......	549,55	— 0,04	— 0,19	— 0,15	+ 0,07	+ 0,24	+ 0,28	+ 0,07	— 0,17	— 0,24	— 0,07	+ 0,02	+ 0,14
Mars........	556,00	+ 0,01	— 0,07	— 0,07	+ 0,19	+ 0,48	+ 0,56	+ 0,27	— 0,17	— 0,35	— 0,42	— 0,25	— 0,04
Avril........	560,42	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,01	+ 0,08	+ 0,28	+ 0,34	+ 0,12	— 0,16	— 0,33	— 0,24	— 0,18	+ 0,05
Mai.........	561,94	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,01	0,00	+ 0,17	+ 0,38	+ 0,24	— 0,05	— 0,32	— 0,34	— 0,20	— 0,02
Juin.........	564,70	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,16	+ 0,38	+ 0,49	+ 0,27	— 0,14	— 0,51	— 0,51	— 0,23	— 0,07
Juillet.......	569,76	+ 0,01	0,00	— 0,08	+ 0,02	+ 0,32	+ 0,41	+ 0,23	— 0,08	— 0,32	— 0,30	— 0,10	— 0,01
Août........	568,75	+ 0,06	— 0,01	— 0,06	0,00	+ 0,29	+ 0,34	+ 0,16	— 0,14	— 0,33	— 0,29	— 0,08	+ 0,05
Septembre ...	566,46	+ 0,06	+ 0,03	— 0,01	+ 0,11	+ 0,34	+ 0,41	+ 0,21	— 0,16	— 0,43	— 0,39	— 0,17	+ 0,04
Octobre	564,04	+ 0,01	— 0,10	— 0,09	+ 0,13	+ 0,22	+ 0,34	+ 0,13	— 0,19	— 0,36	— 0,27	— 0,04	+ 0,20
Novembre....	563,59	+ 0,06	— 0,07	— 0,06	+ 0,13	+ 0,18	+ 0,26	— 0,02	— 0,36	— 0,44	— 0,23	+ 0,12	+ 0,32
Décembre....	556,57	+ 0,05	— 0,19	— 0,11	+ 0,04	+ 0,11	+ 0,19	+ 0,01	— 0,22	— 0,27	— 0,09	+ 0,09	+ 0,40
Hiver	555,65	+ 0,05	— 0,18	— 0,13	+ 0,04	+ 0,17	+ 0,21	+ 0,05	— 0,20	— 0,27	— 0,12	+ 0,07	+ 0,32
Printemps....	559,44	+ 0,05	+ 0,02	— 0,01	+ 0,09	+ 0,29	+ 0,43	+ 0,21	— 0,12	— 0,37	— 0,33	— 0,21	0,00
Eté.........	567,77	+ 0,03	+ 0,01	— 0,04	+ 0,06	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,22	— 0,13	— 0,39	— 0,37	— 0,14	— 0,01
Automne.....	564,69	+ 0,04	— 0,05	— 0,05	+ 0,12	+ 0,25	+ 0,34	+ 0,10	— 0,23	— 0,40	— 0,30	— 0,03	+ 0,19
Année.......	561,92	+ 0,04	— 0,05	— 0,06	+ 0,07	+ 0,26	+ 0,35	+ 0,14	— 0,17	— 0,36	— 0,28	— 0,08	+ 0,12

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations.

	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Hiver	165,67	+ 0,09	— 0,21	— 0,24	— 0,17	— 0,10	— 0,11	— 0,07	— 0,05	+ 0,05	+ 0,19	+ 0,25	+ 0,30
Printemps....	164,16	— 0,02	— 0,39	— 0,48	— 0,44	— 0,20	— 0,14	+ 0,03	+ 0,16	+ 0,32	+ 0,42	+ 0,47	+ 0,28
Eté.........	158,77	0,00	— 0,39	— 0,61	— 0,70	— 0,49	— 0,16	+ 0,06	+ 0,31	+ 0,51	+ 0,66	+ 0,58	+ 0,36
Automne.....	161,73	— 0,03	— 0,38	— 0,47	— 0,31	— 0,10	— 0,01	+ 0,10	+ 0,13	+ 0,20	+ 0,27	+ 0,33	+ 0,24
Année.......	162,55	+ 0,01	— 0,35	— 0,45	— 0,40	— 0,23	— 0,11	+ 0,03	+ 0,14	+ 0,26	+ 0,38	+ 0,41	+ 0,30

Les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique, observées au Saint-Bernard pendant l'année **1853**, sont :

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Janvier....	570,38	le 1	549,25	le 17	21,13
Février...	560,66	1	538,68	10	21,98
Mars.....	565,79	11	544,98	24	20,81
Avril.....	568,56	6	552,17	14	16,39
Mai......	566,51	10	552,22	7	14,29
Juin	572,73	28	557,14	22	15,59
Juillet....	575,09	8	562,34	15	12,75
Août.....	574,80	21	562,49	17	12,31
Septembre.	572,29	28	559,52	26	12,77
Octobre...	574,02	23	552,91	18	21,11
Novembre.	570,95	7	553,74	16	17,21
Décembre.	565,26	1	543,43	15	21,83
Année....	575,09	le 8 juillet	538,68	le 10 févr.	36,41

Le minimum du **10** février est également le niveau le plus bas du baromètre observé au Saint-Bernard depuis treize ans; le plus faible minimum après celui-ci est de **540**^{mm},**28** observé le **28** décembre **1849**.

ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DE L'AIR.

J'ai réuni dans le tableau suivant les moyennes mensuelles et annuelles de la tension de la vapeur et de l'humidité relative :

Genève 1858

	TENSION DE LA VAPEUR.									FRACTION DE SATURATION.								
	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									
Janvier	4,93	4,85	5,03	4,94	4,85	4,06	4,70	4,74	4,85	0,80	0,75	0,80	0,83	0,84	0,86	0,89	0,90	0,85
Février.....	3,97	3,98	4,09	3,98	3,90	3,85	3,76	3,70	3,65	0,79	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,92	0,88	0,78
Mars........	3,99	4,03	4,22	4,08	4,06	4,01	3,97	3,78	3,88	0,74	0,71	0,72	0,76	0,81	0,86	0,94	0,87	0,78
Avril........	5,41	5,30	5,25	5,52	5,69	5,68	5,29	5,47	5,57	0,62	0,58	0,57	0,65	0,72	0,76	0,82	0,73	0,67
Mai.........	8,17	8,03	7,95	7,99	8,11	8,16	8,05	8,29	8,28	0,68	0,68	0,69	0,74	0,82	0,85	0,91	0,84	0,76
Juin........	10,09	10,00	10,07	10,37	10,51	10,54	10,12	10,29	10,50	0,65	0,61	0,63	0,69	0,77	0,83	0,90	0,80	0,73
Juillet......	11,37	11,36	11,02	11,37	11,36	11,11	10,93	11,35	11,35	0,60	0,57	0,57	0,61	0,69	0,74	0,85	0,73	0,66
Août.......	11,74	11,87	12,06	12,07	11,13	11,37	10,56	11,41	11,53	0,61	0,58	0,60	0,65	0,71	0,77	0,86	0,76	0,68
Septembre ..	11,15	10,69	10,97	10,66	10,28	10,05	9,31	9,77	10,15	0,78	0,78	0,74	0,84	0,86	0,88	0,94	0,88	0,80
Octobre	8,19	8,44	8,33	8,21	8,01	7,73	7,37	7,72	8,15	0,78	0,76	0,78	0,84	0,88	0,90	0,95	0,91	0,84
Novembre ..	5,92	6,02	5,95	5,92	5,91	5,87	5,65	5,79	5,92	0,80	0,80	0,80	0,84	0,86	0,86	0,88	0,88	0,84
Décembre ..	3,56	3,67	3,70	3,58	3,59	3,57	3,63	3,60	3,65	0,82	0,82	0,85	0,88	0,90	0,90	0,94	0,93	0,88
Hiver	4,16	4,17	4,28	4,18	4,12	4,12	4,04	4,02	4,06	0,81	0,79	0,82	0,85	0,86	0,88	0,91	0,90	0,84
Printemps...	5,86	5,79	5,81	5,87	5,96	5,95	5,77	5,85	5,91	0,68	0,66	0,67	0,72	0,78	0,82	0,89	0,82	0,74
Été........	11,08	11,09	11,06	11,27	11,00	11,01	10,54	11,02	11,13	0,62	0,59	0,60	0,65	0,72	0,78	0,87	0,76	0,69
Automne....	8,42	8,38	8,42	8,26	8,07	7,88	7,44	7,76	8,08	0,79	0,77	0,77	0,84	0,87	0,88	0,92	0,89	0,83
Année......	7,39	7,38	7,41	7,41	7,30	7,26	6,97	7,18	7,31	0,72	0,70	0,71	0,76	0,81	0,84	0,90	0,84	0,77

DES VENTS.

Les chiffres qui représentent l'intensité avec laquelle chacun des principaux vents a soufflé à Genève dans tous les mois de l'année 1853, sont donnés dans le tableau suivant :

Vents observés à Genève dans l'année 1853.

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct	Nov.	Déc.	Année
Calme.	15	10	11	10	14	16	7	14	8	22	14	14	155
N.....	39	35	57	88	107	121	100	111	79	59	66	51	913
NNE..	38	89	200	38	30	21	18	56	53	14	135	72	764
NE....	12	16	6	1	9	6	4	8	8	5	13	22	110
ENE..	0	4	0	2	0	1	2	1	2	0	1	3	16
E.....	10	7	2	3	3	1	3	0	6	3	15	8	61
ESE..	0	0	1	1	1	0	0	2	1	0	1	1	8
SE....	4	4	1	1	2	1	2	0	1	0	6	4	26
SSE...	7	7	3	4	2	4	3	7	5	7	3	7	59
S.....	62	39	35	40	42	42	57	54	41	44	24	43	523
SSO...	59	31	27	94	35	47	43	34	45	57	10	26	508
SO....	33	24	21	13	24	14	26	20	23	41	15	47	301
OSO..	11	13	3	8	7	4	6	3	7	10	8	5	85
O.....	11	10	7	9	5	11	9	5	10	17	2	7	103
ONO...	3	0	0	1	0	1	1	1	1	3	1	1	13
NO...	4	2	2	1	0	2	5	2	8	7	2	2	37
NNO...	4	12	4	9	18	6	12	5	8	3	2	0	83

L'intensité relative des deux principaux courants atmosphériques peut être déduite des chiffres contenus dans ce tableau, en prenant le rapport de tous les vents qui soufflent entre le nord à l'est à ceux qui soufflent entre le sud et l'ouest ; on obtient également par la formule de Lambert pour la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents observés :

	RAPPORT. Vents N.-E. à S.-O.	RÉSULTANTE Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Janvier	0,56	S 23°,4 O	23	5
Février	1,29	N 6,2 E	17	4
Mars	2,84	N 15,6 E	64	4
Avril	0,80	S 77,1 O	16	4
Mai.	1,32	N 22,4 O	23	5
Juin	1,27	N 31,1 O	22	6
Juillet	0,90	N 71,7 O	16	3
Août	1,52	N 5,6 O	24	5
Septembre ..	1,17	N 28,7 O	17	3
Octobre	0,48	S 54,1 O	32	8
Novembre ..	3,90	N 20,6 E	59	5
Décembre ..	1,22	N 7,5 E	9	5
Année	1,23	N 18,3 O	16	5

Il résulte de ces nombres, si on les compare à ceux que donnent en moyenne les années précédentes, que les vents du nord-est ont soufflé avec une intensité plus grande que de coutume pendant l'année 1853, surtout pendant les mois de mars et de novembre.

Au Saint-Bernard, où les deux seuls vents observés, en raison de la configuration du col, sont ceux du N.-E. et du S.-O., on trouve pour l'année 1853 :

	VENTS. NE	SO	Rapport	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Janvier ...	201	217	0,93	S 45°O	6	11
Février ...	257	157	1,64	N 45 E	40	3
Mars	323	125	2,58	N 45 E	71	10
Avril	409	76	5,38	N 45 E	123	6
Mai	116	282	0,41	S 45 O	59	6
Juin	236	87	2,71	N 45 E	55	13
Juillet	179	146	1,23	N 45 E	12	13
Août	150	194	0,77	S 45 O	16	8
Septembre.	193	132	1,46	N 45 E	23	9
Octobre ...	66	273	0,24	S 45 O	74	15
Novembre.	131	177	0,74	S 45 O	17	12
Décembre .	147	212	0,69	S 45 O	23	7
Année	2408	2078	1,16	N 45°E	[illegible]	[illegible]

Dans cette station, au contraire, ce sont les vents du sud-ouest qui ont soufflé avec une intensité plus grande que de coutume pendant l'année 1853 ; les mois d'avril et de novembre présentent deux exemples très-remarquables d'un antagonisme dans la direction du vent prédominant pendant ce mois à Genève et au Saint-Bernard ; au mois d'avril, le vent du sud-ouest à Genève et le vent du nord-est au Saint-Bernard, et au mois de novembre le vent du nord-est à Genève et le vent du sud-ouest au Saint-Bernard ; le même phénomène s'est reproduit, mais d'une manière moins marquée, dans les mois de mai, juillet, août et décembre.

DE LA PLUIE.

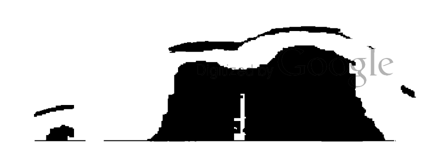
Le relevé du nombre de jours de pluie ou de neige, et de la quantité d'eau tombée, fournit les résultats suivants, à Genève et au Saint-Bernard, pour l'année 1853 :

	GENÈVE.		SAINT-BERNARD.	
	Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre de jours.	Eau tombée.
		mm		mm
Janvier....	13	59,8	17	159,6
Février....	8	20,3	17	147,2
Mars......	7	16,6	19	171,7
Avril.....	16	62,1	19	178,4
Mai.......	20	151,2	21	164,3
Juin......	15	71,4	15	83,0
Juillet.....	8	84,9	10	46,5
Août......	11	63,9	12	82,1
Septembre..	12	116,1	14	68,9
Octobre....	17	131,6	15	172,3
Novembre..	8	35,7	9	75,7
Décembre..	5	12,8	12	63,6
Hiver.....	26	92,9	46	370,4
Printemps..	43	229,9	59	514,4
Été.......	34	220,2	37	211,6
Automne...	37	283,4	38	316,9
Année.....	140	826,4	180	1413,3

A Genève, l'année 1853 s'accorde presque exactement avec la moyenne des vingt-sept années précédentes pour la quantité d'eau tombée, mais elle présente un excédant considérable dans le nombre des jours de pluie, une vingtaine environ; quant à la distribution suivant les saisons, le printemps a été pluvieux plus que de coutume, et l'hiver, au contraire, a été plus sec. Au Saint-Bernard, on trouve également un excédant considérable dans le nombre de jours de pluie ou de neige, près de cinquante, quoique la quantité d'eau tombée soit plutôt au-dessous de la moyenne. La hauteur de la neige tombée dans cette localité, pendant l'année 1853, s'élève à 13^{m},689, qui se répartissent ainsi :

	mètres
Janvier. . . .	2,050
Février. . . .	1,900
Mars	2,158
Avril.	1,940
Mai	1,245
Juin.	0,688
Juillet	0,035
Août.	0,130
Septembre. .	0,238
Octobre . . .	1,715
Novembre. .	0,830
Décembre. .	0,760
Année.	13,689

Il n'y a eu, par conséquent, aucun mois de l'année 1853, même en été, où il ne soit tombé de la neige en quantité suffisante pour prendre pied et pour pouvoir être mesurée.



Il y a eu dans l'année 1853 vingt-quatre jours d'orage, où le tonnerre a été entendu à Genève, à savoir :

Janvier ...	0
Février ...	0
Mars	0
Avril	1
Mai	5
Juin	4
Juillet. ...	4
Août	7
Septembre .	2
Octobre ...	1
Novembre .	0
Décembre..	0

Des éclairs de chaleur, par un ciel parfaitement serein, ont été observés deux fois au mois de juin, trois fois en juillet et une fois au mois d'août.

ÉTAT DU CIEL.

D'après la notation adoptée pour exprimer le degré de clarté du ciel, on désigne par un jour clair celui dont la clarté moyenne, calculée par les neuf observations diurnes, est comprise entre 0,0 et 0,25; jour nuageux, lorsque la fraction est comprise entre 0,25 et 0,75, et jour couvert, lorsque la fraction est comprise entre 0,75 et 1,00.

L'année 1853 donne, sous le rapport de la clarté du ciel, les résultats suivants pour Genève et le Grand Saint-Bernard:

	GENÈVE.				SAINT-BERNARD.			
	jours clairs.	jours nuag.	jours couv.	clarté moyenne.	jours clairs.	jours nuag.	jours couv.	clarté moyenne
Janvier	0	3	28	0,89	7	8	16	0,62
Février	1	9	18	0,81	4	8	16	0,69
Mars...	0	16	15	0,72	5	10	16	0,68
Avril...	3	7	20	0,78	1	7	22	0,81
Mai.....	1	7	23	0,81	1	5	25	0,85
Juin....	5	9	16	0,66	5	8	17	0,67
Juillet .	12	12	7	0,41	11	14	6	0,46
Août...	11	11	9	0,47	11	12	8	0,47
Sept....	1	16	13	0,67	7	10	13	0,59
Octobr.	3	10	18	0,74	7	10	14	0,62
Novem.	0	5	25	0,89	9	8	13	0,55
Décem.	1	4	26	0,87	11	10	10	0,46
Hiver..	2	16	72	0,86	22	26	42	0,59
Print...	4	30	58	0,77	7	22	63	0,78
Eté.....	28	32	32	0,51	27	34	31	0,54
Autom.	4	31	56	0,76	23	28	40	0,59
Année..	38	109	218	0,73	79	110	176	0,62

Dans les deux stations, et surtout à Genève, le ciel a été beaucoup plus couvert que de coutume; le nombre des jours couverts a dépassé la moyenne de 57, et par contre il y a eu vingt-cinq jours clairs et trente-deux jours nuageux de moins; la fraction exprimant la portion du ciel couverte par les nuages a été de 0,73 en moyenne dans l'année 1853, tandis qu'elle n'est ordinairement que de 0,62.

Voici enfin le nombre des jours, dans les différents mois de l'année 1853, où l'on a aperçu à Genève un halo ou une couronne autour du soleil ou autour de la lune.



	Halo solaire.	Couronne solaire.	Halo lunaire.	Couronne lunaire.
Janvier . . .	5	0	1	0
Février . . .	2	0	3	0
Mars	5	0	1	0
Avril	3	0	0	0
Mai	5	0	1	0
Juin.	4	0	0	0
Juillet	2	2	0	0
Août	0	0	0	0
Septembre..	4	0	0	1
Octobre . . .	0	0	0	1
Novembre..	1	0	0	1
Décembre..	1	0	0	0
Année	32	2	6	3

ERRATA.

En calculant les chiffres des tableaux du résumé, j'ai trouvé les erreurs suivantes dans les tableaux mensuels des observations météorologiques :

En mars, Saint-Bernard, température de la 1re décade à midi, *lisez* —9°,14 *au lieu de* —9°,34, et pour 2 h., *lisez* —8°,62 *au lieu de* —7°,62 ; température de la 3me décade à 6 h. du soir, *lisez* —12°,28 *au lieu de* —12°,46. Les corrections pour les moyennes du mois seront : à midi, —9°,20 *au lieu de* —9°,26; à 2 h., —8°,99 *au lieu de* —8°,66, et à 6 h. du soir, —11°,39 *au lieu de* —11°,46.

En avril, Genève, 2me décade, à 8 h. du soir, *lisez* pour le baromètre 725,61 *au lieu de* 724,61, et pour la moyenne du mois, *lisez* 724,74 *au lieu de* 724,41.

En novembre, Saint-Bernard, température de la 3me décade à 8 h. du matin, *lisez* —8°,87 *au lieu de* —9°,07, et pour la moyenne du mois, *lisez* —5°,09 *au lieu de* —5°,16.

Zoologie et paléontologie françaises ou nouvelles recherches sur les animaux vivants et fossiles de la France, par M. Paul Gervais, professeur de zoologie et d'anatomie comparée à la Faculté des Sciences de Montpellier. Paris, 1848 à 1854; 2 vol. in-4°.

M. P. Gervais vient de terminer une publication d'une haute importance pour la connaissance des animaux vertébrés de la France et surtout pour celle des mammifères. La partie paléontologique est celle qui a fourni les résultats les plus importants en complétant les travaux de Cuvier et de Blainville, etc., et en liant d'une manière bien plus complète qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent l'histoire des vertébrés fossiles avec les données fournies par la géologie stratigraphique. L'importance des faits recueillis et coordonnés par M. Gervais nous a engagés à en présenter aux lecteurs de la *Bibliothèque Universelle* une brève analyse. Nous nous sommes bornés à ce qui concerne les mammifères, car cette classe a été étudiée avec plus de détails que les autres, et a fourni des documents plus intéressants et plus complets.

Les recherches de M. Gervais ont confirmé de la manière la plus éclatante les lois de distribution des fossiles telles que les admettent aujourd'hui l'immense majorité des paléontologistes. La durée limitée des espèces ne présente aucune exception dans cette longue série, et des faunes parfaitement distinctes se sont succédé sur le sol de la France, avec des caractères différentiels incontesta-

bles. Nous devons constater ici un fait important. A mesure que la connaissance des espèces devient plus parfaite, elle confirme toujours plus les lois que l'on pouvait supposer établies par des généralisations trop promptes, et que quelques naturalistes encore considèrent comme le produit d'une imagination trop hardie. La précision des caractères des mammifères et la circonstance qu'une grande partie d'entre eux sont connus par des pièces nombreuses et bien conservées, donne un nouveau prix à cette confirmation.

On sait que les mammifères caractérisent exclusivement la période tertiaire et la période moderne, sauf l'exception qui a été citée depuis longtemps, et qui repose sur la découverte de quelques ossements de Didelphes dans la grande oolithe de Stonesfield. Aucun fait de cette nature n'ayant été encore constaté en France, M. Gervais n'a eu à s'occuper que des deux périodes que nous venons d'indiquer.

Ce savant paléontologiste pense que l'on peut distinguer dans l'histoire des mammifères de la France cinq époques bien distinctes. En les énumérant depuis la plus ancienne jusqu'à la plus récente, ce sont :

1° L'époque *orthrocène*, qui comprend les lignites du Soissonnais et de Laon, et qui correspond probablement aux terrains nummulitiques des Pyrénées et du Département de l'Aube, autant du moins qu'on peut paralléliser des gisements d'eau douce avec des dépôts marins, sans avoir pu constater directement leurs relations stratigraphiques. Cette époque a été très-probablement caractérisée par une faune spéciale ; mais elle n'est encore connue que par un très-petit nombre d'espèces, le genre *Coryphodon*, voisin des lophiodons et celui des *Palæonictis*, qui était

carnivore, correspondent à des formes qui n'ont été retrouvées que dans les terrains de cette époque.

2° L'époque *éocène* proprement dite[1] qui correspond au calcaire grossier du bassin de Paris, ou au *parisien inférieur* de M. d'Orbigny, et qui comprend probablement aussi l'argile de Londres[2]. Cette faune est surtout caractérisée par les *Lophiodons*, animaux voisins des tapirs. On y cite aussi parmi les pachydermes des *Pachynolophus*, des *Hyracotherium*, un *Dichobune*, l'*Heterohyus armatus*, des *Propalaeotherium*, le genre *Anchilopus*, etc. Il faut y ajouter quelques rares carnassiers et un singe (*Macacus eocenus*, Owen), malgré l'ancienne assertion que ces animaux étaient plus récents que tous les autres mammifères.

Les lophiodons forment de nombreuses espèces et, suivant M. Gervais, sont exclusivement caractéristiques de cette époque. Plusieurs naturalistes en ont cependant cité dans des dépôts plus récents, mais il paraît que c'est le résultat de déterminations erronées. En se fondant sur cette position exclusive des lophiodons, M. Gervais assimile au calcaire grossier de Paris les dépôts de Buchsweiler, d'Argenton, d'Issel, de Chalabre, de Cesseras, de Blaye, etc., dont la place stratigraphique a été souvent contestée.

3° L'époque *proïcène*, qui comprend les gypses de Paris, les formations éocènes supérieures de l'île de Wight

[1] Nous regrettons que M. Gervais ait introduit une source de confusion en restreignant à cette époque le nom d'éocène. Ce mot, dans l'acceptation la plus fréquente, comprend les trois premières époques. Il faudra dorénavant indiquer, en s'en servant, si on l'entend dans le sens plus restreint ou dans le sens plus étendu. Il aurait mieux valu, ce nous semble, employer un autre mot.

[2] On sait que les géologues anglais ne sont pas tous d'accord sur ce parallélisme.



et du sud de l'Angleterre, les gypses du Puy en Velay, et, comme l'a démontré M. Gervais, les lignites de la Débruge près Apt[1], et les calcaires de Saint-Barthélemy. Cette époque a fourni une faune abondante, célèbre par les travaux de Cuvier. Elle est principalement caractérisée par les *Palæotherium*, et a pu être nommée avec raison *faune paléothérienne*. Elle est exclusivement conservée dans des dépôts d'eau douce.

Aux palæotherium il faut ajouter, pour se rendre compte de l'apparence de cette faune, plusieurs autres pachydermes, tels que les *Lophiotherium*, *Tapirulus*, *Anchitherium*, *Chæropotamus*, *Hippopotamus*, *Adapis*, etc., et la série si remarquable des *Anoplotherioïdes*. Parmi les carnassiers on peut citer les *Hyænodon*, les *Cynodon*, etc.; parmi les rongeurs, un *écureuil*, le *Plesiarctomys*, le *Theridomys*, etc., et bien d'autres espèces encore, dont le détail, serait trop long, et en particulier plusieurs didelphes.

On peut caractériser aussi cette faune par des faits négatifs. On n'y a trouvé aucune trace de nos grands pachydermes actuels; il n'y a ni rhinocéros, ni hippopotames, ni éléphants. Les ruminants y manquent complétement ou presque complétement.

4° L'époque *miocène*, qui paraît avoir été très-longue, et que l'on pourra probablement subdiviser quand les détails en seront mieux connus. M. Gervais, dans le commencement de son ouvrage, la partageait en deux faunes; puis quelques transitions récemment observées ont rendu leurs caractères moins tranchés, ce sont :

A. L'*époque des Anthracotherium*, comprenant les ri-

[1] Cette époque est celle des dépôts du Mauremont (canton de Vaud) qui ont fourni des ossements nombreux et intéressants.

ches gisements de l'Auvergne, ceux du Puy en Velay qui sont supérieurs aux gypses, ceux de Cadibona en Piémont, etc. Cette faune, très-riche en espèces, est caractérisée principalement, comme son nom l'indique, par le genre des anthracothériums, par plusieurs autres pachydermes, tels que les *Palæochœrus*, les *Hyopotamus*, les *Cainotherium*, etc., par des carnassiers bien plus nombreux que dans les époques précédentes, les *Hyænodon*, *Plesiogale*, *Soricictis*, etc., par l'apparition des *Rhinocéros* et des *Tapirs*, la continuation des didelphes, etc. Elle manque, par contre, tout à fait de palæothériums et d'anoplothériums, et réunit ainsi une partie des caractères des faunes éocènes, et une partie de ceux des faunes subséquentes. Il faudra, pour qu'elle soit tout à fait connue, que les nombreux ossements conservés dans les belles collections de MM. Aymad de Laizer, etc., soient décrits avec le même soin que ceux de la faune des gypses.

B. L'*époque miocène proprement dite*, à laquelle appartient en France le riche gisement de Sansan, quelques dépôts du Loiret, etc., et probablement aussi une grande partie des gisements les plus célèbres de l'Allemagne, ceux du bord du Rhin (Eppelsheim, Mayence), ceux de Vienne, la mollasse suisse, etc. Cette faune, plus abondante encore que les précédentes, est caractérisée par des carnassiers nombreux, dont plusieurs appartiennent aux genres actuels, par des *Mastodontes*, des *Rhinocéros* et des *tapirs*, par les genres *Dinotherium*, *Anchitherium*, *Macrotherium*, *Chæromorus*, *Palæomeryx*, etc., qui sont perdus, et, en général, par une physionomie qui rappelle davantage la population du monde actuel.

5° L'*époque pliocène* représentée surtout par les sables

des environs de Montpellier, par les dépôts superficiels d'Auvergne (Issoire, Montagne de Perrier, etc.), et caractérisée par des mammifères dont la presque totalité appartiennent aux genres actuels. Le *Rhinoceros megarhinus*, le *Mastodon brevirostris*, etc., sont des espèces caractéristiques. L'apparition des *ours*, des *hyènes*, des *phoques*, des *antilopes*, etc., la rapproche des faunes actuelles. Il faudra probablement la diviser aussi en deux périodes, dont l'une, plus ancienne, comprendrait surtout les dépôts méditerranéens, et dont la plus récente correspondrait aux terrains meubles de l'Auvergne.

6° L'*époque pleistocène* ou *quaternaire*, époque des cavernes et des dépôts récents de toute l'Europe, qui n'est que l'origine de la période moderne et qui, d'un autre côté, ne diffère pas plus de l'époque pliocène que celle-ci de la période miocène ou qu'une des époques éocènes de celles qui la précèdent ou la suivent immédiatement. La faune quaternaire est caractérisée par un grand nombre d'espèces identiques aux actuelles, et par un nombre considérable aussi d'espèces perdues, telles que l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus*, l'*Hippopotamus major*, le *Cervus euryceros*, l'*Ursus spelæus*, etc.

Tels sont les résultats principaux des recherches de M. Gervais. Ce savant paléontologiste a, comme on le voit, précisé bien mieux qu'on ne l'avait fait avant lui, l'ordre de succession des mammifères sur la surface de la France. Ce qui donne d'ailleurs la principale valeur à ses travaux, est l'exactitude des descriptions et des figures destinées à faire connaître les espèces. L'ouvrage est accompagné de 80 belles planches in-4°, qui remplacent par des connaissances précises les citations trop vagues qui établissaient l'existence de plusieurs d'entre elles. Il serait à dé-

sirer que l'exemple donné par M. Gervais soit suivi dans un grand nombre d'autres pays.

Il ne faut toutefois pas croire que l'histoire paléontologique des mammifères ait atteint un degré de certitude suffisant. M. Gervais lui-même nous en signale les lacunes, et si l'on cherche à se rendre compte de l'état actuel de la science, on verra qu'elle a encore deux graves difficultés à surmonter.

La première consiste dans l'imperfection de la géologie stratigraphique, en ce qui concerne les terrains d'eau douce. Il existe un grand nombre de gisements qui ont été déposés dans des lacs ou des rivières, et dont les relations avec les terrains marins sont très-difficiles à constater. Or, la chronologie des terrains tertiaires a principalement été établie par les dépôts marins, et il est souvent impossible de savoir à quel point de la série correspond un dépôt d'eau douce qui n'est pas intercalé entre des couches marines. On ne peut donc établir son âge relatif que par des hypothèses plus ou moins probables, fondées sur la nature des dépôts organiques qu'ils renferment, et, par conséquent, on risque de tomber dans le cercle vicieux qui a souvent été signalé, et qui consiste à déterminer l'âge des dépôts par les ossements qu'il renferme et à partir de cette association hypothétique, pour en déduire la distribution des espèces dans une époque donnée.

La seconde difficulté consiste dans la comparaison des espèces fossiles trouvées dans des pays éloignés et étudiées par des observateurs différents. De nombreuses causes d'erreur et, on doit le dire, la légèreté d'un trop grand nombre de naturalistes ont encombré la science d'une multitude de faits mal précisés. Beaucoup d'espèces ont été décrites sur des matériaux insuffisants, beaucoup

d'autres l'ont été par des diagnoses incomplètes et souvent sans être figurées. Il est donc presque impossible à présent de comparer d'une manière complète les faunes de tous les pays. Ceci est vrai, en particulier, des dépôts miocènes. Les paléontologistes allemands et les français ont étudié ces gisements chacun de leur côté, et il y a un très-grand nombre de genres et d'espèces qui portent des noms différents sur le Rhin ou dans le midi de la France. On sortira de cette difficulté par des travaux semblables à ceux de M. Gervais; mais il reste encore beaucoup à faire.

F.-J. P.

DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ QUI ACCOMPAGNE LA FORMATION DES VAPEURS.

Volta et de Saussure avaient cru, à la suite de nombreuses expériences, qu'il y avait un dégagement d'électricité par le seul fait de la vaporisation d'un liquide. M. de la Rive avait démontré, il y a plus de vingt ans, que ce dégagement était dû à une action chimique exercée par le liquide sur le métal de la capsule, dans le cas où ce métal était attaquable par le liquide [1]. M. Pouillet, de son côté, avait fait voir qu'il n'y a aucune électricité produite par la vaporisation de l'eau pure dans un creuset de platine fortement chauffé. Mais le même physicien en avait trouvé en remplaçant l'eau pure par de l'eau tenant en dissolution un sel, un acide ou un alcali, et il l'avait attribuée dans ce

[1] Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève (1833), tome VI, p. 198.

cas à la séparation des particules d'eau d'avec les substances dissoutes.

Reich et Riess ont montré que l'électricité developpée, même dans les expériences de Pouillet, peut tenir au frottement exercé par les particules d'eau qu'entraîne la vapeur contre les parois du vase, de la même manière que dans la machine hydro-électrique d'Armstrong. Deux physiciens viennent de nouveau de reprendre cette question: l'un M. Gaugain a, comme Reich et Riess, démontré l'influence du frottement dans ce mode de production de l'électricité. L'autre, M. Buff, a fait voir que dans bien des cas la cause de l'électricité qui accompagne la vaporisation gît dans le simple fait que la vapeur peut conduire l'électricité dégagée par une autre action et, en particulier, par l'action électro-motrice du liquide et du métal en contact. C'est la même opinion que M. de la Rive avait déjà soutenue, avec cette différence qu'il admettait que l'origine de l'électricité était dans l'action chimique du liquide sur le métal et non dans leur simple contact. La vaporisation, en emportant l'électricité acquise par le liquide dans cette action, l'empêchait de se recombiner avec celle que le métal avait prise, et les rendait ainsi libres toutes les deux. On va voir, par l'extrait que nous allons en donner, que les recherches de M. Buff[1] ne sont point en opposition avec cette manière de voir. Nous donnerons ensuite l'analyse du travail de M. Gaugain.

Pour écarter l'influence de l'électricité de la flamme, par laquelle le liquide est chauffé, M. Buff renferme ce liquide dans un vase de verre chauffé par une lampe à esprit-de-vin. Un fil de métal inséré dans un tube de verre destiné

[1] *Ann. der Chemie und Pharm.*, tome LXXXI, p. 203 (octobre 1853).





à le mettre à l'abri du contact des vapeurs ascendantes, plonge par une de ses extrémités libres dans le liquide, tandis que l'autre, libre aussi, communique avec l'un des plateaux d'un électroscope condensateur. Au-dessus de l'ouverture du vase de verre est suspendu un anneau de platine disposé de façon à être plongé au milieu de la vapeur qui s'élève du vase, et pouvant communiquer métalliquement soit avec le sol, soit avec le second plateau du condensateur. Cette communication ne charge le condensateur qu'autant que le premier fil plonge dans le liquide, preuve que l'évaporation d'un liquide isolé ne dégage pas d'électricité.

La présence du fil immergé dans le liquide est donc indispensable pour qu'il y ait production d'électricité, et le signe, ainsi que l'intensité de la charge électrique, dépendent encore plus de la nature de ce fil que de celle du liquide. Ils dépendent aussi de la nature des plateaux du condensateur. Ceux-ci étant en laiton doré et le liquide étant de l'eau de source ordinaire, on obtint au plateau communiquant avec le fil plongé dans l'eau, de l'électricité négative, tandis que l'autre plateau, qui communiquait avec l'anneau de platine placé au milieu de la vapeur, se chargeait d'électricité positive. Le fil, d'abord de zinc, fut successivement remplacé par des fils de cuivre, d'argent et de platine; l'électricité que chacun d'eux apporta fut toujours négative, mais d'une intensité de plus en plus faible. La charge électrique du condensateur avait lieu longtemps avant que le liquide fût en ébullition, mais elle fut beaucoup facilitée par l'ébullition, et, en général, par une vaporisation plus rapide.

On remplaça les plateaux de cuivre doré du condensateur par des plateaux de zinc. Avec le fil de zinc, on ob-

tint une charge électrique de même signe, mais seulement un peu plus faible; avec le fil de cuivre, les résultats furent incertains; avec le fil de platine, on eut une charge positive, tandis que la vapeur en donnait une négative. L'électricité positive du plateau de zinc l'emportait sur la négative que le fil de platine prenait dans l'eau.

Il est facile de voir que, dans toutes ces expériences, la vapeur d'eau joue le rôle d'un conducteur qui acquiert l'électricité dont est chargé le liquide d'où elle émane. C'est ce qu'on peut prouver directement en faisant communiquer l'un des pôles d'une batterie voltaïque avec le fil de platine plongé dans l'eau en ébullition, l'anneau de platine qui est dans la vapeur étant mis en communication avec le plateau inférieur du condensateur, dont le plateau supérieur est uni par un conducteur avec le sol. Aussitôt que l'eau est en ébullition ou seulement s'en approche, il s'accumule dans le plateau inférieur de l'électricité de même espèce que celle du pôle qui aboutit à l'eau. Un seul couple de Bunzen suffit pour faire diverger sensiblement les feuilles d'or de l'électroscope. Avec une pile sèche de 200 à 1000 couples, on obtient, sans l'intervention du condensateur, une charge électrique aussi forte que si le pôle de la pile était immédiatement en contact avec l'électroscope.

Après avoir montré que les effets électriques manifestés dans l'acte de la vaporisation, ne sont pas produits par cet acte même, mais tiennent à la propriété conductrice de la vapeur qui s'élève du liquide, M. Buff cherche à expliquer les différents effets électriques qu'il a observés en variant la nature des fils métalliques plongés dans l'eau et celle des plateaux des condensateurs. Ces effets sont un résultat complexe de l'électricité que, suivant M. Buff, prennent



les fils dans leur contact avec l'eau et dans leur contact avec le plateau du condensateur. Ils indiquent qu'en général la première est beaucoup plus forte que la seconde, et ils montrent ainsi l'influence très-marquée de la relation chimique des corps en contact dans l'électricité qu'ils acquièrent.

L'auteur a obtenu les mêmes résultats en remplaçant l'eau de source par de l'eau distillée, ou par des dissolutions très-étendues, soit de sels, soit d'acide sulfurique. Avec l'acide nitrique, le platine prend l'électricité positive au lieu de la négative qu'il prenait avec l'eau, et les vapeurs de l'acide donnent à l'anneau de platine de la négative au lieu de la positive. Cet effet provient évidemment de la décomposition qu'éprouve l'acide nitrique sous la double influence du platine et de la chaleur.

La simple évaporation à la température ordinaire est suffisante pour emporter l'électricité provenant de l'action de l'eau sur un métal facilement oxydable. C'est ce dont on peut se convaincre en prenant un disque de zinc pour plateau supérieur d'un condensateur, dont le plateau inférieur de cuivre communique avec le sol; on met sur la surface de zinc un morceau de papier buvard bien imprégné d'eau, et au bout d'une heure on aperçoit une charge négative, l'électricité positive s'étant échappée avec l'eau évaporée. On obtient un effet plus prononcé en plaçant sur le plateau supérieur du condensateur une succession de quelques disques de papier doré et argenté de manière à former comme une espèce de petite pile sèche sur le haut de laquelle on place une capsule de platine pleine d'eau. Si l'eau a été un peu chauffée, en moins d'une minute le condensateur est chargé; si elle est froide, il faut plus de temps.

Ainsi, comme nous l'avons dit en commençant, l'eau en se vaporisant ne donne de l'électricité qu'autant qu'elle est en contact avec des corps qui peuvent lui imprimer un état électrique, et sa vapeur n'est qu'un conducteur qui permet à cette électricité de se manifester. Il n'y a donc rien qui puisse justifier l'opinion que l'électricité positive de l'atmosphère provienne de l'évaporation des eaux placées à la surface de la terre. Elle ne provient pas davantage des phénomènes chimiques qui accompagnent l'évaporation de l'eau des mers. C'est ce que prouvent les recherches de M. Gaugain dont nous allons maintenant donner un extrait que nous empruntons aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences[1].

« M. Pouillet a constaté, il y a longtemps, que lorsqu'on fait évaporer dans un creuset de platine une dissolution saline quelconque, le creuset se charge d'électricité résineuse; mais les circonstances qui concourent à la production de l'électricité n'ont pas été jusqu'ici déterminées d'une manière précise, et il m'a paru utile de les étudier de nouveau.

« J'ai cherché d'abord quelle était l'influence de la température du creuset sur le développement de l'électricité. Suivant M. Pouillet, cette circonstance influerait seulement sur l'intensité des effets observés, et l'électricité se produirait avec plus ou moins d'abondance pendant toutes les phases de l'évaporation; mais ce point a été contesté par Peltier : ce savant assure, au contraire, que l'électricité se produit exclusivement au moment où le liquide, quittant l'état sphéroïdal, éprouve une espèce de décrépitation. J'ai fait un très-grand nombre d'expériences

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, tome XXXVIII, p. 1012 (5 juin 1854).

en vue de décider la question, et j'ai toujours trouvé, comme Peltier, que l'électricité se manifeste exclusivement pendant la décrépitation qui succède à l'état sphéroïdal ; l'évaporation tranquille qui s'opère quand le pétillement a cessé, ne m'a jamais donné le moindre signe d'électricité. Je me suis servi, comme l'a fait M. Pouillet, de l'électroscope à feuilles d'or de Volta. et dans la série de recherches dont je rends compte en ce moment, j'ai opéré sur une seule dissolution, sur la dissolution de sel marin.

« Peltier conclut de l'observation que je viens de rapporter, « que l'électricité se produit au moment qu'une décomposition chimique a lieu et non pendant la séparation de l'eau surabondante. » Mais cette conclusion me semble peu rigoureuse, et la corrélation bien établie qui existe entre la décrépitation et le développement de l'électricité me paraît prouver, au contraire, que ce phénomène est le résultat d'un frottement analogue à celui qui se produit dans les expériences d'Armstrong et de Faraday ; cette interprétation se trouve justifiée par les expériences que je vais exposer.

« D'abord on peut prouver, par une expérience directe, que le platine chaud peut être électrisé par le frottement de l'eau pure ; quand on fait évaporer de l'eau distillée dans un creuset de platine bien propre et chauffé au rouge, il n'y a pas d'électricité produite, ou, s'il y en a, elle n'est pas appréciable avec l'électroscope à feuilles d'or, ainsi que M. Pouillet l'a constaté ; mais c'est qu'aussi dans cette circonstance la décrépitation est nulle ou très-faible. Si, au lieu d'abandonner à elle-même l'évaporation, on lance, au moyen d'un soufflet, un léger courant d'air dans le creuset et qu'on dirige le vent de manière à imprimer à l'eau globulisée un mouvement de giration ra-

pide, on parvient par ce petit artifice à provoquer une décrépitation assez vive au moment où le platine devient susceptible de se mouiller, et l'on obtient des signes d'électricité résineuse qui ne sont pas très-marqués, mais qui sont très-constants. J'ai répété cette expérience un très-grand nombre de fois, et j'ai régulièrement obtenu un écartement des feuilles d'or compris entre 7 et 12 millimètres : l'électricité produite ne peut évidemment être mise sur le compte d'une ségrégation chimique, et ne me paraît pas pouvoir être attribuée à une autre cause qu'au frottement de l'eau contre les parois du creuset de platine.

« En second lieu, les sources électriques dont l'affinité chimique est le principe, jouissent de certaines propriétés très-remarquables sur lesquelles j'ai déjà plusieurs fois insisté dans les diverses communications que j'ai eu l'honneur d'adresser précédemment à l'Académie. Lorsqu'on met de telles sources en rapport avec un condensateur, elles lui communiquent instantanément le maximum de charge que l'appareil comporte, et cette charge croit indéfiniment avec la surface du condensateur employé. Ces propriétés me paraissent propres à caractériser l'électricité qui dérive de l'action chimique et à la distinguer de celle qui est produite par le frottement. Le frottement, en effet, développe des quantités d'électricité qui croissent quand le frottement se prolonge, et qui, pour un temps donné, ont une valeur invariable, indépendante de l'étendue des surfaces des condensateurs dont on se sert : il m'a donc paru intéressant de rechercher si l'électricité qui se développe pendant l'évaporation de l'eau salée jouissaient ou non des propriétés caractéristiques dont je viens de parler. Or, j'ai constaté d'abord que si le creuset dans lequel l'éva-

poration s'opère est mis en communication avec un électroscope, les feuilles d'or s'écartent de plus en plus tant que dure la décrépitation qui est la condition du développement de l'électricité ; ainsi ce développement est graduel : en second lieu, la déviation des feuilles d'or obtenue avec un électroscope simple et dépourvu de condensateur est plus forte que celle qu'on obtient en faisant usage du petit condensateur de Volta, et si l'on essaye de se servir de mon électroscope à double condensation, on trouve que l'emploi du grand condensateur qui augmente dans une proportion considérable la charge finale de l'électroscope, quand la source que l'on étudie a son principe dans l'affinité chimique, diminue au contraire cette charge au point de la rendre insensible, quand il s'agit d'apprécier l'électricité produite par l'évaporation de l'eau salée. Ainsi la quantité d'électricité que ce phénomène développe a une valeur déterminée indépendante de la grandeur des surfaces des condensateurs employés ; en résumé, l'électricité produite par l'évaporation de l'eau salée présente les caractères de l'électricité qui provient du frottement.

« Les faits qui précèdent me praissent démontrer que l'électricité qui se manifeste pendant l'évaporation de l'eau salée provient d'un frottement, mais on peut se demander quelles sont les substances entre lesquelles ce frottement s'exerce ; car le platine n'est pas frotté seulement par l'eau, il l'est aussi par les particules de sel qui se trouvent lancées hors du creuset au moment de la décrépitation. Pour faire la part de l'électricité qui peut provenir de ce dernier frottement, j'ai placé au fond d'un creuset, de platine chauffé au rouge, quelques pincées de sel marin sec et en poudre, puis j'ai soufflé dans le creuset, de manière à en faire jaillir le sel ; l'électroscope qui avait

été mis en rapport avec le creuset a été très-fortement électrisé dans cette circonstance, mais c'est d'électricité vitrée qu'il s'est chargé, et puisque c'est de l'électricité résineuse qui se produit pendant l'évaporation de l'eau salée, le frottement du sel contre les parois du creuset ne peut pas par conséquent contribuer à la production de l'électricité qui se manifeste dans ce cas : celle-ci provient donc exclusivement, comme dans les expériences d'Armstrong et de Faraday, du frottement de l'eau contre les parois du vase.

« J'ai fait quelques expériences sur diverses dissolutions acides et alcalines, et toutes m'ont donné à peu près les mêmes résultats que la dissolution de sel marin. Les substances dissoutes ne me paraissent concourir à la production de l'électricité que parce qu'elles provoquent la décrépitation ; mais, comme la question a une certaine importance théorique, je me propose de continuer mes recherches et de les étendre à un plus grand nombre de dissolutions.

« Du reste, les faits que je viens d'exposer conduisent déjà à une conséquence importante, c'est qu'on n'est plus en droit d'attribuer l'électricité de l'atmosphère aux ségrégations chimiques qui s'opèrent pendant l'évaporation tranquille de l'eau des mers. »

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

36. — SUR LA POLARITÉ ÉLECTROSTATIQUE, seconde note de M. VOLPICELLI. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, n° 20, 15 mai 1854.)

J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 20 février dernier, le phénomène de la polarité électrostatique ainsi que les expériences qui servent à le produire dans les tiges isolantes. Aujourd'hui je lui soumets les principaux résultats des ultérieures expériences auxquelles je me suis livré afin de reconnaître la cause de ce phénomène.

1° Ayant pris une tige cylindrique de cuivre jaune longue d'environ $1^m,5$, épaisse d'environ $0^m,03$, je l'ai recouvert dans une de ses extrémités d'une couche d'isolant résineux de la longueur d'environ $0^m,3$ et d'une épaisseur d'à peu près $0^m,005$. Cette tige ainsi préparée, je l'ai fait glisser librement dans le sens de sa longueur sur un support annulaire aussi de cuivre jaune, d'abord isolé, en la retenant par son extrémité recouverte. Pour éviter qu'il y ait frottement ou pression sur la couche isolante à l'endroit où l'on tient la tige, il suffit d'adapter convenablement une petite virole métallique dans l'extrémité recouverte, et de tenir la tige par cette virole, en ayant soin que celle-ci n'ait aucun contact avec la tige elle-même.

Avec une telle disposition, la tige et le support seront, on le voit, isolés, et, moyennant un mince fil de cuivre qui parte tantôt de l'extrémité recouverte d'isolant, tantôt de la partie de la tige découverte, on pourra recueillir sur l'électromètre condensateur l'électricité développée par l'isolant, dans le premier cas par sa surface extérieure, et dans le second par sa surface intérieure; et cela dans chaque excursion de la tige exécutée dans le même sens et répétée autant de fois qu'il sera nécessaire pour avoir un effet sensible. Or

si dans le mouvement progressif de la tige c'est l'extrémité découverte qui avance, l'électricité obtenue par celle-ci et par le support sera négative, tandis que celle obtenue par la surface extérieure de l'isolant sera positive. Si, au contraire, c'est cette extrémité, c'est-à-dire l'extrémité découverte qui recule, on aura l'électricité positive par la tige métallique découverte et par son support, tandis qu'on l'aura négative par la surface extérieure de l'isolant.

Il est clair que, dans cette expérience, l'électricité de la partie métallique provient de la surface intérieure de l'isolant, et l'on pourra conclure que l'isolant, par les vibrations longitudinales de la tige présente une polarité électrostatique dans les deux surfaces, l'une intérieure, l'autre extérieure; c'est-à-dire que nous avons en ce cas une polarité électrostatique dans le sens de l'épaisseur de l'isolant.

2° En continuant à tenir la tige par son extrémité recouverte, mais faisant de manière à ce que le support, et par conséquent même la tige, soient en communication avec le sol, si dans l'excursion l'extrémité découverte avance, l'électricité obtenue par la surface extérieure de l'isolant sera positive, et si, au contraire, cette même extrémité recule, l'électricité également obtenue sera négative.

3° En faisant glisser la tige tenue par l'extrémité découverte, elle sera comme le support en communication avec le sol; et si dans le mouvement progressif l'extrémité découverte avance, l'électricité obtenue par la surface extérieure de l'isolant sera positive; mais si, au contraire, l'extrémité indiquée recule, alors l'électricité également obtenue sera négative.

4° Si l'on recouvre d'isolant l'une et l'autre extrémités de la tige métallique, chacune d'elles pour $0^m,3$ environ de longueur, et $0^m,005$ d'épaisseur, et qu'on fasse glisser la tige en la tenant par sa partie moyenne découverte, en ce cas la tige et le support seront en communication avec le sol, et l'on trouvera que, pour les excursions faites dans le même sens, l'électricité obtenue par la surface extérieure de l'isolant sera en même temps négative dans l'extrémité qui avance, et positive dans celle qui recule. Ainsi l'on aura

une polarité électrostatique produite dans l'isolant par les vibrations longitudinales que lui communique la tige métallique en glissant sur le support.

5° En répétant la même expérience, mais en tenant la tige par une des extrémités recouvertes, si, en ce cas, le support est isolé, la tige le sera aussi, et l'électricité de la surface extérieure de l'isolant se trouvera négative dans l'extrémité qui précède, et positive dans celle qui suit.

6° En tenant encore la tige par une des deux extrémités recouvertes, mais faisant communiquer le support avec le sol, l'électricité obtenue de la surface extérieure de l'isolant par une extrémité quelconque, sera, même en ce cas, négative ou positive, selon que, l'extrémité que l'on considère dans l'excursion sera précédente ou suivante.

7° En conservant toujours le support de cuivre jaune, j'ai fait aussi des expériences avec des tiges d'autres métaux, et j'ai trouvé que l'argent agit de la même manière que le cuivre jaune ; que le cuivre donne des résultats plus faibles, que le fer ne se prête pas si bien, et l'acier bien moins encore. Puis, en général, il m'a paru que, quand les tiges métalliques glissent sur des supports annulaires du même métal, les phénomènes sont toujours plus marqués. Je crois cependant que les faits qui se rapportent aux différents métaux ont besoin d'être confirmés.

8° De toutes ces expériences, qui d'ailleurs s'accordent parfaitement avec celles qui ont fait l'objet de ma première communication, je crois qu'on peut en conclure que le frottement engendre des vibrations longitudinales et que celles-ci, communiquées à l'isolant, développent en lui la polarité électrostatique.

9° Quand l'atmosphère est sèche et froide, les expériences dont je viens de parler réussissent avec beaucoup d'intensité. J'ai toujours associé l'électroscope de Bohnenberger au condensateur de Volta avec un très-grand avantage, et j'ai trouvé un accord parfait entre ces deux précieux instruments. Pour isoler les fils de cuivre, conducteurs de l'électricité, j'ai employé des bâtons de cire d'Espagne, mais garnis de viroles métalliques à leurs deux extrémités, de sorte que, dans les expériences, cet isolant n'était jamais touché par

la main ; en outre, ces viroles empêchaient aussi que l'isolant ne touchât la table sur laquelle il était placé ; au moyen de ces précautions très-utiles on empêche toute induction électrostatique de la part de l'isolateur.

Je dois, en terminant, avertir qu'avant de commencer ces expériences, il faut, afin qu'elles réussissent bien, ôter convenablement de la surface de l'isolant ce voile d'humidité que l'atmosphère y dépose avec le temps. Il faut aussi remarquer que, lorsque l'atmosphère est surchargée d'humidité, ou bien lorsque les nuages sont très-rapprochés du sol, le phénomène s'affaiblit et même n'a pas lieu du tout ; mais il ne m'est jamais arrivé que, par des circonstances atmosphériques, la polarité dont il est question ait été renversée.

---

37. — SUR LES VIBRATIONS ET LES SONS PRODUITS PAR LE CONTACT DE CORPS QUI SONT A DES TEMPÉRATURES DIFFÉRENTES, par M. le professeur John TYNDALL. (*Philosoph. Transact.*, janvier 1854. — *Philos. Magaz.*, July 1854.)

M. Trevelyan a étudié, en 1829, les sons qui se produisent lorsqu'on met en contact des métaux jouissant de températures très-différentes. Il a reconnu que, pour obtenir facilement cet effet, il faut donner à la masse vibrante la forme d'une gouttière (*rocker*), et la placer sur une masse de plomb. M. Faraday, en 1831, attribuait ces sons à des contractions et des dilatations successives, et il pensait que la supériorité du plomb comme métal froid est due à sa grande dilatabilité par la chaleur, combinée avec sa faible conductibilité, en sorte que la chaleur s'accumule en grande quantité au point de contact, et produit une expansion comparativement plus grande.

M. Forbes attaqua cette explication, et, d'après ses expériences, il énonça certaines lois générales dont la conclusion était qu'il y a une action répulsive exercée dans la transmission de la chaleur d'un corps à un autre qui a moins de conductibilité que le premier.

M. Tyndall conteste à son tour cette dernière théorie ; nous allons

énumérer les lois que M. Forbes a énoncées et les expériences par lesquelles M. Tyndall les attaque.

Première loi de M. Forbes. — *Les vibrations n'ont jamais lieu entre des corps de même nature.* M. Tyndall a réussi à produire des sons avec des pièces de différents métaux ayant la forme d'une sorte de gouttière, que l'on plaçait, après l'avoir chauffée, en contact avec une lame du même métal fixée dans un étau. Il a obtenu ce résultat avec :

du fer sur du fer,
du cuivre sur du cuivre,
du laiton sur du laiton,
de l'argent sur de l'argent,
du zinc sur du zinc,
de l'étain sur de l'étain.

Il faut, pour que l'expérience réussisse facilement, que la gouttière repose sur le tranchant de la lame ou sur la pointe de fils métalliques ; en un mot, que les points de contact soient peu nombreux.

Deuxième loi de M. Forbes. — *Les deux substances doivent être métalliques.* Loin de voir cette loi se réaliser, M. Tyndall a obtenu des vibrations sonores en faisant reposer une gouttière de laiton sur les arêtes tranchantes d'un grand nombre de substances non métalliques, telles que le cristal de roche, le spath fluor, le sel de roche, etc., etc.

Troisième loi de M. Forbes. — *Les vibrations se produisent avec une intensité proportionnelle (entre certaines limites) à la différence de la conductibilité des métaux pour la chaleur, le métal qui a la moindre conductibilité étant nécessairement le plus froid.* — Cette loi est déjà en contradiction avec les premières expériences citées, où les deux corps étant de même nature ne présentent pas de différence de conductibilité et produisent cependant des sons. Mais, en outre, on peut obtenir des vibrations sonores en chauffant un métal et en le plaçant sur un autre métal moins conducteur. M. Tyndall a obtenu ce phénomène avec une gouttière de cuivre placée sur le tranchant d'une lame d'argent, avec du laiton sur de l'or, et aussi, mais plus faiblement, avec du laiton et du fer sur de l'argent.

M. Forbes avait annoncé aussi que l'on ne devait pas pouvoir produire de son en employant du bismuth ou de l'antimoine, M. Tyndall y a cependant réussi.

---

38. — INFLUENCE DE LA LUNE SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE, par M. A. PERREY. (*Rapport fait à l'Académie des Sciences de Paris par M. Elie de Beaumont*[1], *sur les travaux de* M. A. PERREY *relatifs aux tremblements de terre.— Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 12 juin 1854.)

L'Académie nous a chargés, MM. Liouville, Lamé et moi, de lui faire un rapport sur un mémoire qui lui a été présenté le 21 mars 1853, par M. Alexis Perrey, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, *sur les rapports qui peuvent exister entre la fréquence des tremblements de terre et l'âge de la lune*, et sur une note présentée par le même savant le 2 janvier dernier *sur la fréquence des tremblements de terre relativement aux passages de la lune au méridien.*

Au moment de la présentation du mémoire du 21 mars 1853, M. Arago avait été désigné comme l'un des membres de la commission. La mort si regrettable de notre illustre confrère, survenue depuis cette époque, a laissé une place vacante dans la commission, et lors de la présentation de la note du 2 janvier 1854, l'un de nous, M. Lamé, a été nommé pour la remplir.

M. Arago, à qui rien n'échappait de ce qui tient à la physique du globe, suivait avec un intérêt soutenu les recherches de M. Alexis Perrey. L'Académie n'a pas oublié le soin qu'il a pris constamment d'appeler son attention sur les notes que le savant professeur de Dijon lui a adressées successivement dans ces dernières années, par suite des recherches qu'il poursuit depuis longtemps sur les tremblements de terre. M. Arago a particulièrement signalé, dans plusieurs de nos séances, les rapports que l'auteur avait déjà indiqués entre la fréquence des tremblements de terre et l'âge de la lune.

[1] Les autres commissaires étaient MM. Liouville et Lamé.

La cause de l'intérêt qui s'attache à ces rapports est facile à comprendre. Si, comme on le pense assez généralement aujourd'hui, l'intérieur de la terre est, à cause de sa haute température, dans un état liquide ou pâteux, et si le globe n'a de solide qu'une écorce comparativement très-mince, la masse intérieure dépourvue de solidité doit tendre à céder, comme la masse superficielle des eaux marines, aux forces attractives exercées par le soleil et la lune, et elle doit éprouver une tendance à se gonfler dans les directions des rayons vecteurs des deux astres ; mais cette tendance doit rencontrer, dans la rigidité de l'écorce solide, une résistance qui est pour cette dernière une cause de rupture et de secousses. L'intensité de cette cause varie, comme celle des marées de l'Océan, avec la position relative du soleil et de la lune, et par conséquent avec l'âge de la lune ; et il faut remarquer, en outre, que de même que les eaux de l'Océan montent et descendent deux fois dans la durée d'un jour lunaire, à des heures qui sont en rapport avec celle du passage de la lune au méridien, de même le sens de l'action exercée sur un point de la masse interne du globe doit changer deux fois par jour, suivant que ce point s'écarte ou se rapproche du méridien dont le plan passe par le centre de la lune.

Sans que nous entrions dans de plus longs détails, on concevra aisément que si la mollesse de la masse interne du globe joue un rôle parmi les causes des tremblements de terre, son influence peut se trahir par une certaine dépendance susceptible d'être observée, entre l'apparition des tremblements de terre et les circonstances qui modifient l'action de la lune sur l'ensemble du globe ou sur un de ses points, savoir sa distance angulaire au soleil, sa distance réelle à la terre et sa distance angulaire au méridien du point, ou, en d'autres termes, l'âge de la lune, le moment du périhélie et l'heure du jour lunaire.

Ces considérations, qui n'ont pas échappé à M. Alexis Perrey, lui ont sans doute inspiré l'idée du double travail que nous avons été chargés d'examiner, en même temps qu'elles ont contribué à attirer, sur les résultats qu'il a obtenus, l'intérêt de M. Arago et de beaucoup d'autres savants ; mais elles font con-

cevoir aussi que l'objet essentiel des recherches dont nous sommes chargés de rendre compte a dû être la date précise, rapportée au mois et au jour lunaire, de chacun des tremblements de terre dont l'histoire a conservé le souvenir, et même de chacune des secousses dont ces tremblements de terre se sont composés.

Il est aisé de comprendre que de pareilles recherches constituent un travail immense, que M. Alexis Perrey a pu y consacrer déjà plusieurs années sans l'avoir terminé, qu'il a pu en extraire à divers intervalles des résultats partiels que M. Arago a jugé dignes de ses encouragements et de l'attention de l'Académie, et que le savant et laborieux professeur de Dijon, avant d'y consacrer de plus nombreuses années, est impatient de savoir si l'Académie approuve la direction qu'il a suivie jusqu'à présent.

Le besoin qu'éprouve l'auteur, d'être soutenu et guidé par l'Académie, explique comment il a pu se décider à plusieurs reprises à lui soumettre des résultats qui naturellement ne pouvaient être complets, et qui ne le sont même pas encore tout à fait dans le mémoire et dans la note que nous avons été chargés d'examiner.

Dans le mémoire présenté le 21 mars en 1853, *sur les rapports qui peuvent exister entre la fréquence des tremblements de terre et l'âge de la lune*, l'auteur consacre le chapitre premier à la supputation et aux transformations numériques des résultats bruts de l'observation.

Il a conçu quatre modes possibles de supputation :

Dans le *premier mode* suivi déjà dans le mémoire présenté à l'Académie le 5 mai 1847, l'auteur considère comme un jour de tremblement de terre chacun de ceux où la terre a tremblé, soit qu'elle n'ait tremblé que dans une seule contrée, soit qu'elle ait tremblé à des heures identiques ou différentes dans deux ou plusieurs contrées séparées par des intervalles non ébranlés. Notant ensuite, d'après la *Connaissance des Temps*, à quel jour de la lunaison correspondante chaque jour de tremblement de terre a appartenu, il réunit tous les jours qui se rapportent à un premier jour de lunaison, puis tous ceux qui correspondent à un second jour, à un troisième, au quatrième jour de lunaison, etc., et il forme



un tableau, composé de trente lignes indiquant chacune le nombre de jours de tremblement de terre qui appartiennent au jour de lunaison correspondant. Or ces nombres varient d'un jour à l'autre, et ils varient à peu près suivant la même loi dans un premier tableau comprenant un total de 2,735 jours de tremblement de terre, résultant de recherches embrassant les années 1801 à 1845, que l'auteur avait formé et présenté à l'Académie le 5 mai 1847, et dans un nouveau tableau comprenant un total de 5,388 jours de tremblements de terre, résultant de recherches plus étendues et embrassant toutes les années de 1801 à 1850. Dans l'un et dans l'autre tableau, les nombres des tremblements de terre correspondant aux jours qui avoisinent les syzygies sont généralement un peu plus considérables que ceux qui correspondent aux jours voisins des quadratures.

Dans le *deuxième mode de supputation*, l'auteur regarde comme distincts l'un de l'autre les tremblements de terre éprouvés dans les régions différentes, séparées par des régions non ébranlées, et il compte pour un, pour d'eux, pour trois, etc., chaque jour de tremblement de terre, suivant qu'il y a eu ce jour-là des tremblements de terre dans une, deux, trois, etc. régions séparées. Ce nouveau mode de supputation porte de 2,735 à 3,041 le nombre des jours de tremblement de terre compris dans son premier tableau, et de 5,388 à 6,596 le nombre des tremblements de terre compris dans son second tableau.

La même loi s'observe encore dans ces deux nouveaux tableaux, et elle se retrouve également dans quatre autres tableaux que l'auteur forme, en divisant en deux intervalles d'un quart de siècle chacun, le demi-siècle compris entre 1801 et 1850, et en appliquant successivement aux tremblements de terre de chacun de ces deux intervalles le premier et le second mode de supputation.

Dans le *troisième mode de supputation*, M. Alexis Perrey regarde comme un phénomène distinct chacune des secousses dont un même tremblement de terre se compose, et il les enregistre séparément; mais il ne trouve pas toujours les documents nécessaires pour exécuter ce travail, parce qu'on n'a pas toujours noté



exactement le nombre des secousses de chaque tremblement de terre. L'auteur s'est contenté, quant à présent, de considérer de cette manière le tableau de neuf cent trente et une secousses ressenties dans l'Amérique méridionale, et la plupart à Arequipa, que M. de Castelnau a publié dans le 5e volume de son *Voyage dans les parties centrales de l'Amérique du Sud*. Ce tableau, sans conduire à des résultats identiques avec ceux que donnent les deux autres méthodes, a fait reparaître le rapport fondamental déjà trouvé.

Enfin, dans le *quatrième mode de supputation*, dont l'application serait souvent fort difficile et n'a pas encore été faite par M. Alexis Perrey, on considérait comme constituant un phénomène unique tout l'ensemble des secousses qui se seraient produites consécutivement dans un même pays pendant un intervalle précédé et suivi, dans le même pays, de périodes de tranquillité.

Aux neuf tableaux formés par l'un ou l'autre des trois premiers modes de supputation, l'auteur en a joint un dixième, formé par le dernier mode : celui-ci n'embrasse que quatre années, de 1841 à 1845, et 422 jours de tremblements de terre seulement. Malgré ce nombre comparativement restreint, l'allure des chiffres reparaît la même.

Dans tous ces tableaux, on observe une prépondérance marquée dans les nombres qui se rapportent aux jours voisins des syzygies sur ceux qui se rapportent aux jours voisins des quadratures.

Ce n'est cependant là qu'une loi générale qu'on peut ramarquer dans la marche des nombres dont les tableaux se composent ; mais elle y est obscurcie par de nombreuses anomalies.

Afin d'atténuer ces anomalies et de mettre dans une plus grande évidence la loi fondamentale, M. Alexis Perrey partage les 29j.,531 dont se compose la lunaison, en douzièmes, en seizièmes et en huitièmes, et forme, par des calculs proportionnels appliqués aux chiffres de ses différents tableaux construits sur les jours solaires, les nombres qui correspondent à chaque fraction de lunaison ; il retrouve dans tous ces nouveaux tableaux, sauf quelques anomalies de détail, la loi de la prédominance des phénomènes des tremblements de terre vers les époques des syzygies, et

confirme ainsi, de plus en plus, sa conclusion, que, depuis un *demi-siècle, les tremblements de terre sont plus fréquents aux syzygies qu'aux quadratures.*

M. Alexis Perrey a étudié aussi, dans les registres plus ou moins étendus qui lui ont servi à dresser ses différents tableaux, la question de savoir s'il existe un rapport entre la fréquence des tremblements de terre et la distance variable à laquelle la lune se trouve de la terre en parcourant les différentes parties de son orbite elliptique. Pour cela, il a supputé dans chacun de ses registres, et suivant les différents modes de supputation employés pour former les tableaux mentionnés ci-dessus, combien de fois la terre a été ébranlée, l'avant-veille, la veille, le jour, le lendemain et le surlendemain du *périgée* et de l'*apogée* de la lune, et il a trouvé, dans chacun des groupes de nombres ainsi formés, le total correspondant au *périgée* dans lequel la lune est plus rapprochée de la terre supérieur à celui correspondant à l'*apogée*, dans lequel elle est plus éloignée; puis, afin de rendre les résultats comparables, il a pris la différence des totaux ainsi obtenus, et il l'a divisée par leur somme, ce qui lui a donné les quotients $\frac{1}{16,5}$, $\frac{1}{23,6}$, $\frac{1}{23,5}$, $\frac{1}{24,4}$, $\frac{1}{29,2}$, $\frac{1}{14,6}$, $\frac{1}{21,2}$, $\frac{1}{10,75}$, qui sont tous supérieurs à $\frac{1}{30}$, et dont le dernier égale presque $\frac{1}{10}$. Il paraît résulter de là que la différence entre les attractions inégales exercées par la lune sur la terre, dans sa plus grande et dans sa plus courte distance, a une influence sensible sur la production des tremblements de terre.

Dans la note sur *la fréquence des tremblements de terre, relativement au passage de la lune au méridien*, qu'il a présentée à l'Académie le 2 janvier 1854, M. Alexis Perrey s'occupe de la question de savoir si la répartition des secousses de tremblement de terre, dans la durée du jour lunaire, est, comme le mouvement des marées, en rapport avec le passage de la lune au méridien supérieur et au méridien inférieur. Il n'a pu soumettre encore à ce mode d'investigation que les 824 secousses ressenties à Arequipa, qui sont enregistrées, avec leurs dates de jours et heures,

dans le tableau déjà cité de M. de Castelnau ; au moyen de calculs proportionnels, qui n'ont pu manquer de lui prendre beaucoup de temps, il a calculé à quelle heure, après le passage de la lune au méridien supérieur, correspond chacune de ces huit cent vingt-quatre secousses. Il a formé ainsi un premier tableau, qu'il a transformé plus tard en divisant en seize parties égales qu'il a ensuite groupées deux à deux pour former des huitièmes, les vingt-quatre heures cinquante minutes et demie dont se compose le jour lunaire moyen. Sous ces deux formes, et malgré d'assez fortes anomalies qui ne pouvaient guère manquer de se présenter dans un nombre de faits aussi restreint encore que 824, les chiffres obtenus, dans l'un et l'autre mode de groupement, mettent en évidence l'existence dans la durée du jour lunaire, de deux époques de *maximum* pour la fréquence des nombres des secousses, et de deux époques de *minimum*. Les deux époques de *maximum* se rapprochent des passages de la lune aux méridiens supérieur et inférieur. Les époques de *minimum* tombent vers le milieu des intervalles.

M. Alexis Perrey est ainsi parvenu, par la simple discussion des catalogues qu'il avait préalablement formés, à constater, sous trois formes diverses et *indépendantes l'une de l'autre*, l'influence de la marche de la lune sur la production des tremblements de terre, en faisant voir :

1° Que la fréquence des tremblements de terre augmente vers les syzygies ;

2° Que leur fréquence augmente aussi dans le voisinage du périgée de la lune, et diminue, au contraire, vers l'apogée ;

3° Que les secousses de tremblements de terre sont plus fréquentes lorsque la lune est dans le voisinage du méridien que lorsqu'elle en est éloignée de 90 degrés.

Mais les tableaux numériques desquels ressort, en somme, cette triple remarque, présentent toujours quelques anomalies, et l'auteur n'a rien omis pour tâcher de les faire disparaître, afin d'obtenir dans toute sa pureté la loi qui se révèle à leur première inspection.



Il a d'abord songé à construire les nombres contenus dans les tableaux, de manière à obtenir, par les procédés graphiques ordinaires, une ligne polygonale analogue à celles par lesquelles on représente habituellement les observations barométriques, lignes dans lesquelles l'œil saisit toujours assez aisément la marche générale des phénomènes au milieu des anomalies qui tendent à la masquer. Nous sommes tentés de regretter qu'il n'ait pas donné plus de développement à cette partie graphique de son travail, qui aurait eu le grand avantage de peindre aux yeux les résultats directs de ses recherches, et qu'il n'ait même joint à son mémoire aucune des lignes qu'il a construites.

Mais M. Alexis Perrey a pensé qu'il arriverait à des résultats plus certains encore en employant le calcul, et c'est à ce laborieux travail qu'il a consacré le second chapitre de son mémoire principal, et la seconde partie de sa note du 2 janvier 1834.

Il nous serait difficile de suivre l'auteur pas à pas dans ces discussions analytiques; nous nous bornerons à dire que, pour représenter les résultats de l'observation, il a employé une formule d'interpolation de la forme

$$\varphi = m + A \sin (t + \alpha) + B \sin (2\,t + \beta) + C \sin (3\,t + \gamma) + \ldots,$$

dans laquelle m, A, B, C, etc., sont des coefficients constants de a même nature que φ; α, β, γ, etc., sont des angles constants, et t un angle variable dépendant du mouvement lunaire, qui sera égal à 0 degré pour la nouvelle lune, à 90 degrés pour le premier quartier, à 180 degrés pour la pleine lune, etc.

Il adapte ensuite la formule par les méthodes connues à chacun de ses tableaux numériques, déduits de l'observation, en déterminant les constantes qu'elle renferme.

Au moyen des formules ainsi obtenues, l'auteur a pu former des tableaux numériques correspondants à ceux déduits de l'observation seule, et dans lesquels la loi du phénomène se présente dégagée des principales anomalies qui tendaient à la dérober dans les premiers.

Les nombres contenus dans ces nouveaux tableaux ont été

construits avec soin, et ont donné naissance à des courbes régulières dans lesquelles la loi déterminée se peint très-clairement.

Toutes ces courbes ont entre elles une ressemblance marquée, bien qu'elles ne soient pas entièrement semblables ; ce qui ne pouvait être, car elles ne sont qu'approximatives, et chacune d'elles porte l'empreinte du groupe de chiffres qu'elle représente.

La ressemblance de toutes ces courbes porte essentiellement sur ce que chacune d'elles présente deux *maxima* principaux correspondant aux syzygies, et deux *minima* principaux correspondant aux quadratures.

Nous nous trouvons ainsi ramenés à la conclusion qui ressort le plus nettement du travail de M. Alexis Perrey, savoir que, *depuis un demi-siècle, les tremblements de terre sont plus fréquents aux syzygies qu'aux quadratures.*

L'Académie a compris aisément toute l'importance de cette conclusion, et elle peut juger en même temps, par ce qui précède, des soins que l'auteur a dû prendre afin de rassembler, pour la première moitié de ce siècle, près de sept mille observations. Ce nombre est cependant encore bien petit pour la solution d'une question de ce genre, et il serait fort à désirer qu'on l'augmentât, soit en recueillant dans la suite toutes les observations année par année, soit en remontant aux siècles passés, comme l'auteur a déjà commencé à le faire.

---

39. — NOTE SUR LA DÉTERMINATION DES POUVOIRS ÉMISSIFS DES CORPS POUR LA LUMIÈRE, par MM. DE LA PROVOSTAYE et P. DESAINS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 29 mai 1854.)

Les recherches que nous avons faites récemment sur l'émission de la chaleur par les corps portés à une haute température, nous ont conduits à étudier l'émission de la lumière par les surfaces incandescentes.

Il nous a d'abord été facile de constater que, dans des circonstances d'échauffement identiques, des surfaces de nature différentes envoient des quantités de lumière qui peuvent être très-inégales.



Pour rendre le fait aisément visible, nous couvrons d'oxyde noir de cuivre une moitié de la face antérieure d'une petite lame d'or ou de platine, et nous noircissons de même l'autre moitié de la surface postérieure.

Ceci posé, nous portons la lame à l'incandescence à l'aide d'un courant électrique convenable : les portions noircies deviennent alors beaucoup plus lumineuses que celles dont la surface a gardé l'éclat métallique.

Les différences, fortes avec le platine, le sont beaucoup plus encore avec l'or. Elles disparaissent, ou à peu près, quand on compare le noir au borate de plomb.

Nous ne nous sommes pas bornés à constater ces phénomènes. Déjà nous avons comparé numériquement les intensités de l'émission lumineuse pour plusieurs substances, ou, en d'autres termes, nous avons déterminé ces pouvoirs émissifs d'un nouveau genre, en les rapportant à celui de l'oxyde de cuivre pris pour unité.

La méthode photométrique à laquelle nous avons eu recours est celle qui est fondée sur la loi de Malus. Nous regardons normalement la lame incandescente à travers un prisme de Nichol, qui en polarise la lumière, et un spath dont nous tournons la section principale, de manière :

1° A éteindre l'image extraordinaire ;

2° A rendre l'image ordinaire de la partie noircie égale à l'image extraordinaire de la portion métallique. La connaissance de l'angle compris entre ces deux positions permet de calculer aisément le rapport que l'on cherche à obtenir.

Nous ne donnerons aujourd'hui aucun détail numérique, nous réservant de revenir ultérieurement sur ce point. Seulement, pour fixer les idées, nous indiquerons que certains échantillons d'or au rouge nous ont paru avoir pour la lumière un pouvoir émissif au plus égal à la dixième partie de celui de l'oxyde de cuivre, ou même quelquefois inférieur à cette limite. Quant au platine, le pouvoir est plus grand que celui de l'or, et cela ne doit pas surprendre, d'après ce qu'on sait de l'émission calorifique de ce métal.

---

40. — Climat de Zanzibar, d'après une année d'observations faites en 1850 par un apothicaire métis.

Cette île, située sur la côte orientale de l'Afrique, par 6°,28 lat. S. et 39°,31′ de long. à l'est de Greenwich, commence à attirer l'attention de l'Europe par l'importance de sa position commerciale. Elle est une portion importante des possessions et même la résidence temporaire du prince arabe qui gouverne l'Oman sous le titre d'iman de Mascate. Les températures extrêmes pendant le cours de l'année ont été un maximum de 88° F. (31° C.), observé en février et en mars, et un minimum de 73°,5 F. (23° C.), au mois de septembre. La plus grande variation mensuelle a été de 5°,5 F. (3° C.), en février, et de 1°,9 F. (1° C.) en mai. La température moyenne du mois le plus chaud (février) n'est que de 83°,4 F. (28°,5 C.), tandis que, sur le continent de l'Inde, la chaleur dépasse en beaucoup d'endroits 100° F. (38° C.), et à Bagdad, située en dehors de la zone torride, le thermomètre, placé au second étage d'une maison située au bord du Tigre, marquait 122°,9 (50°,5 C.) le 19 juillet 1848, à 2 h. après midi, et le minimum du même mois, à la même heure, fut de 101°,3 F. (38°,5 C.).

Le nombre des jours pluvieux a été de 107, et le produit une centaine de pouces d'eau, mesure anglaise. On y observe deux saisons particulièrement pluvieuses, qui sont, comme cela se rencontre habituellement dans les tropiques, les deux époques qui avoisinent le passage du soleil au zénith du lieu, le 4 mars et le 9 octobre. Pendant la première, qui comprend les mois de mars, avril et mai, il y a eu 41 jours pluvieux et 62 pouces d'eau; 33 jours pluvieux et 24 pouces d'eau composent, en septembre, octobre et novembre, une seconde saison pluvieuse. La plus grande quantité, 39 pouces, tomba du premier au 15 mai, ce qui est l'époque où la mousson pluvieuse du sud-ouest commence à Cochin; mais, tandis que cette mousson amène au Malabar de 70 à 114 pouces d'eau, pendant les mois de juin, de juillet, d'août et de septembre, il n'en est pas tombé 11 pouces à Zanzibar dans les mêmes mois. Les saisons de

ces deux côtes n'ont donc aucune ressemblance, et l'on peut dire qu'à Zanzibar, sauf les mois d'avril, mai, juin, juillet et une partie du mois d'août, où les vents du sud-ouest sont les plus fréquents, on n'éprouve que l'alternative des brises de terre et de mer commune à la plupart des côtes tropicales. L'examen des observations sur le thermomètre à boule humide et l'état hygrométrique de l'air montre que, dans les mois de mai, de juillet et d'août, quoique l'air fût saturé de vapeur au point de ne pouvoir plus en tenir davantage en suspension (variant de 0,99 à 1,00), il n'est tombé que 30 pouces de pluie, tandis qu'il en est tombé 41 pouces en septembre, octobre et novembre, où l'état hygrométrique était plus favorable. Pendant le mois de février, le plus sec de l'année, l'air était cependant à 87 p. 100 du point de saturation, tandis qu'à Bombay, déjà si humide, la moyenne annuelle n'est que de 76, et le maximum 88 (juillet); à Madras, la moyenne annuelle 74, et décembre, le mois le plus humide, 83; à Calcutta, la moyenne 84 et le maximum (août), 90; à Aden, la moyenne 71 et le maximum 77. Une autre particularité du climat de Zanzibar, que l'on peut attribuer à l'absence de variations thermométriques, est aussi l'absence presque absolue de rosées. L'air y étant toujours chaud et toujours humide, la température ne s'y abaisse jamais assez pour que l'humidité se dépose en rosée. Cet état de l'atmosphère doit être le plus fatal à la santé des Européens, et produit des fièvres de l'espèce la plus dangereuse. Zanzibar est l'un des ports les plus insalubres, et les marins anglais considèrent comme dangereux d'y passer la nuit à terre, et même d'y rester après le coucher du soleil. (*Colonel Sykes on the Climate and Productions of Zanzibar. Journ. Geog. Soc. London*. XXIII.) P. C.

---

41. — Faits divers relatifs au magnétisme terrestre. Lettre de M. Secchi à M. Quetelet. (*Institut* du 28 juin 1854.)

« ..... J'ai enfin réussi à établir un observatoire magnétique à Rome, mais incomplet encore pour le moment, car nous n'avons que les instruments relatifs à la déclinaison ; cependant j'espère

avoir bientôt les autres. Le déclinatoire principal consiste en un barreau d'acier de $0^m,614$ de longueur, $0^m,037$ de largeur, et $0^m,0088$ d'épaisseur, fabriqué par Ertel, à Munich. Le barreau a ses accessoires pour la déclinaison absolue et pour les variations : il est muni d'un collimateur, comme celui de Greenwich, ce qui est très-commode pour la détermination de la déclinaison absolue ; pour les variations, j'ai préféré me servir du miroir ; j'en ai obtenu un excellent de Munich. Un très-beau théodolite d'Ertel, construit expressément sans acier pour ces observations, avec un cercle azimutal de $0^m,24$ muni de quatre verniers pour les $10''$, sert à mesurer les angles absolus. Pour les variations, j'ai conservé l'échelle, mais construite d'une manière que je trouve assez avantageuse; elle est en métal argenté mat, et divisé par lignes transversales comme les anciennes règles tychoniennes : avec dix lignes horizontales coupées par des obliques, on peut lire très-facilement les vingtièmes des divisions principales, c'est-à-dire les dixièmes de millimètres, quoique le barreau oscille assez rapidement ; on peut même estimer des fractions plus petites. Dans la pratique, on est sûr de l'observation à un dixième de minute près, ce qui est suffisant. Le télescope est terrestre et construit en sorte que l'axe de rotation et le foyer commun à l'objectif et à l'oculaire terrestre tombent sur un même point, qui répond au-dessous du milieu de l'échelle graduée ; de ce point milieu de l'échelle on suspend un petit poids à un fil de soie ; ce fil, passant par un trou pratiqué dans l'axe de rotation de la lunette, devient visible dans le champ de l'oculaire, et peut servir lui-même à mesurer les positions du barreau, en le comparant aux divisions de l'échelle, réfléchies par le miroir sur lui-même. Vous voyez que la centralisation parfaite de l'échelle et de l'axe optique de la lunette peut se faire ainsi avec la plus grande précision.

« Nous ne pouvons pas nous charger d'un système régulier d'observations magnétiques, qui nous détournerait trop de nos devoirs astronomiques ; cependant on fera autant d'observations que le permettront les autres travaux, et on aura soin de surveiller le barreau dans les heures critiques du *maximum* et du *minimum* de déviation diurne et dans les perturbations extraordinaires.



« J'ai profité du nouvel instrument pour déterminer la déclinaison magnétique à Rome, qu'on ne connaissait encore qu'au degré près. J'ai trouvé, le 30 octobre 1853, la déclinaison $=14°3'35''$ à l'ouest. Le petit tableau suivant montre la marche de cette déclinaison dans les années antérieures :

1640.	Kircker.	2°45′ ouest.
1670.	Auzout	2 30
1762.	Asclepi.	16 0
1811.	Conti.	17 3
1812.	Id.	16 55
1833.	Pionciani.	16 35
1853.	Secchi.	14 3 35″.

« On voit que nous suivons une marche décroissante d'environ 4′ 1/2 par année. Dans l'ouvrage de Kircker, *De arte magnetica*, il y a un grand nombre de déclinaisons de l'aiguille observées, vers l'an 1640, sur presque tous les points les plus remarquables du globe. Cette table pourra être consultée avec avantage pour l'histoire de la variation séculaire de cet élément magnétique.

« Nous avons recueilli aussi un assez grand nombre d'observations pour la variation diurne et annuelle, que l'on connaît très-peu chez nous.

« Le magnétomètre nous donne un moyen facile de reconnaître les aurores boréales qui peuvent se produire dans nos climats. Le 2 de ce mois (janvier), une forte perturbation se manifesta dans le magnétomètre; entre $3^h\ 43^m$ et $11^h\ 16^m$, on observa trois fortes oscillations, à l'est, de presque 15′ chacune. Après la première, j'observai le ciel pour voir s'il y avait quelque vestige d'aurore boréale, mais le clair de lune empêcha de la distinguer. A la troisième oscillation *maximum* ($9^h\ 36^m$), le ciel était couvert de légers cirrho-cumuli, qui avaient les bords luisants; la lune était couchée depuis plus d'une heure, et la lumière ne pouvait être produite par les étoiles, car, peu de temps après, cette lumière disparut, et le magnétomètre reprit sa position ordinaire. Ce phénomène de lumière aux bords des nuages se répéta encore à $10^h\ 40^m$ et à 11^h; il y avait même quelques traces de lueur rougeâtre au nord-ouest.

On ne peut donc pas douter du caractère de ces nuages, qui était exactement tel que je l'ai observé quelquefois en Angleterre.

« Le 6 décembre dernier, vers 9^h 22^m, le *maximum* de perturbation eut lieu à l'instant de l'apparition d'un très-beau bolide de la grandeur apparente de Saturne, et allant du zénith au sud-sud-est..... Comme les bolides sont accompagnés quelquefois de la chute de matières ferrugineuses, il n'est pas improbable qu'une masse considérable de cette nature, en passant près du globe terrestre, puisse altérer pour quelque temps son état magnétique et se manifester par une perturbation.....

« Afin de ne pas déplacer le grand magnétomètre, j'ai fait construire un petit magnétomètre portatif pour déterminer la déclinaison absolue sur différents points des environs de Rome qui méritent une attention particulière, leur sol étant composé de matériaux volcaniques ; j'ignore quand je pourrai faire ces observations, de même que celles de l'intensité.

« Notre nouvel observatoire est déjà en état de recevoir les instruments, mais le mauvais temps empêche l'arrivée des blocs de granit destinés à leur emplacement, la navigation étant maintenant assez difficile. M. Merz a promis d'achever cet hiver le grand réfracteur. Alors nous pourrons faire quelque chose de plus ; pour le moment, chaque observation des petites planètes nous coûte au moins 4 heures de temps, en comptant ce qui se perd dans l'observation matérielle et dans les nombreuses réductions nécessaires.

« J'ai appris avec plaisir que votre observatoire est en communication avec celui de Greenwich. J'avais obtenu que le nôtre fût mis en rapport avec la ligne télégraphique de Naples, et, l'automne passé, j'étais allé dans cette ville pour arranger la communication télégraphique entre les deux observatoires ; j'en étais parti avec de grandes espérances, mais jusqu'ici rien n'a été fait de ce côté. Il paraît que l'on n'a pas encore décidé qui doit faire la dépense des fils de jonction entre la station et les observatoires. Il ne faut pas désespérer encore.

» Mon projet, outre la détermination de la longitude, était encore l'étude des étoiles filantes, que les astronomes ne devraient pas

négliger autant qu'ils le font. Comme je ne puis réaliser moi-même ce projet pour le présent, je désire vous le communiquer. Le télégraphe électrique nous donne le moyen pour qu'une étoile filante observée en un lieu soit immédiatement signalée en un autre ; alors on peut sur-le-champ constater deux choses : 1° si l'étoile est apparue dans les deux places au même instant (je crois qu'on trouvera les temps assez différents) ; et 2° si elle s'est montrée dans le même lieu du ciel. On doit marquer la place avec soin lorsqu'on est sûr que la même étoile a été observée dans les deux localités. Avec la connaissance de ces deux éléments, je crois que l'on pourra résoudre plusieurs doutes qui restent sur ce sujet. La *simultanéité* de l'apparition dans différentes places a été supposée, mais pas prouvée *directement*, et les observations faites autrefois entre Rome et Naples me font soupçonner que cela n'est pas toujours vrai. »

---

42. — Traitement électro-chimique des minerais d'argent, de plomb et de cuivre, par M. Becquerel.

M. Becquerel a communiqué à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 26 juin, un résumé très-succint d'un ouvrage complet qu'il va publier incessamment, sur le traitement électro-chimique des minerais d'argent, de plomb et de cuivre. Cet ouvrage renferme le résultat des expériences aussi nombreuses que variées auxquelles on sait que l'auteur s'est livré depuis plus de vingt ans sur ce sujet, avec cette persévérance et cette sagacité dont il a fait constamment preuve dans tous ses nombreux travaux. Le but des recherches de M. Becquerel était d'employer pour le traitement des minerais une méthode fondée sur l'action chimique de l'électricité qui permît de se passer de mercure, et même, dans certains cas, de combustible. Les recherches ont été faites sur plus de 10,000 kilogrammes de minerais venus de différents points du globe, et particulièrement du Mexique, du Pérou, de la Colombie et de l'Altaï.

Voici la division de l'ouvrage de M. Becquerel et une courte analyse de son contenu qui peut donner une idée générale des

recherches que l'auteur a entreprises sur le traitement des minerais d'argent, de plomb et de cuivre.

« CHAPITRE PREMIER. — Exposé des principes d'électro-chimie servant de base au traitement des métaux.

« CHAPITRE II. — Préparation à faire subir aux minerais destinés au traitement électro-chimique.

« CHAPITRE III. — Méthodes des traitements des minerais d'argent par la voie humide, comprenant l'amalgamation américaine ou au patio, l'amalgamation freybérienne et l'amalgamation au cazo ou par coction ; exposé du traitement électro-chimique et des questions qui s'y rapportent.

« CHAPITRE IV. — Description d'une usine électro-chimique, établie sur les bases d'une usine d'essai, dans laquelle on traite à la fois 1000 kilogrammes de minerai.

« CHAPITRE V. — Exposé de résultats obtenus dans le traitement électro-chimique et dans le traitement au cazo des minerais ordinaires du Mexique, des minerais blendeux, du cuivre gris et de la galène argentifère.

« Le traitement électro-chimique consiste, comme je l'ai déjà dit, à préparer les minerais de manière à ce que les composés d'argent et de plomb qui en résultent, quand on opère sur la galène, soient solubles dans une solution de sel ordinaire au maximum de saturation ; ces composés sont le chlorure d'argent et le sulfate de plomb. La dissolution une fois faite, et aussitôt qu'elle est éclaircie, on la fait passer dans des réservoirs en bois, où l'on opère la décomposition des sels métalliques, avec des couples formés de lames de zinc et de lames de fer-blanc ou de cuivre, ou des amas de charbon bien calciné, ou bien encore avec des couples composés de lames de plomb et des mêmes éléments électro-négatifs, les lames de zinc ou de plomb sont placées dans des sacs en toile à voile remplis d'eau salée saturée, plongeant dans la dissolution métallique, et les autres lames dans celle-ci, puis on établit la communication entre les unes et les autres au moyen de tiges métalliques. Avec des lames en zinc, on obtient sur les autres lames un dépôt électro-chimique en parties très-ténues, composé de tous les mé-

taux facilement réductibles, l'argent, le cuivre et le plomb; avec des lames de plomb, le dépôt est de l'argent plus ou moins pur, suivant les proportions de plomb qui se trouvent dans la dissolution.

« Au lieu de sacs en toile à voile, il vaut mieux employer des caisses en bois de quelques millimètres d'épaisseur, passé à la vapeur pour enlever les matières extractives solubles, ou des vases en terre demi-cuite, remplis, le plus possible, de zinc amalgamé en fragments et de mercure. L'action est alors plus régulière, et la quantité de zinc consommé est en proportion atomique avec celle des métaux déposés.

« En variant la composition des couples voltaïques, on arrive à séparer successivement chacun des métaux en dissolution dans l'eau salée.

« Les expériences, dont les résultats sont consignés dans mon ouvrage, ont été faites sur des quantités de minerai qui ont varié depuis 100 grammes jusqu'à 1000 kilogrammes; les quantités d'argent recueillies dans l'espace de vingt-quatre heures ont varié elles-mêmes depuis quelques décigrammes jusqu'à 1 ou 2 kilogrammes, de sorte qu'il m'a été possible d'apprécier les avantages et les inconvénients du traitement électro-métallurgique des minerais d'argent, de plomb et de cuivre, particulièrement des deux premières espèces dont la préparation présente plus de difficultés que la dernière.

« Je viens de dire qu'en moyenne le traitement était terminé en vingt-quatre heures; mais, en opérant avec le concours puissant d'un couple indépendant, dont on élève la température au moyen de la vapeur, il est achevé dans le quart moins de temps. Il est bien entendu que ce couple est uni voltaïquement avec les autres appareils; en opérant ainsi, on ne place dans ces derniers que des lames de plomb, dont les unes se trouvent être des éléments électro-positifs, les autres les éléments électro-négatifs de la pile, et, bien que le plomb agisse directement sur le chlorure d'argent pour le décomposer, les deux courants en sens contraire, qui résultent de cette action, ne paraissent pas nuire à l'effet du couple indépendant. On réunit de cette manière les avantages provenant de la précipi-

tation immédiate de l'argent par le plomb, et ceux qui résultent de l'action électro-chimique du couple indépendant qui transforme chaque appareil, à la température ordinaire, en couple voltaïque.

« En employant des lames de plomb, on n'a plus dans l'eau salée, après plusieurs opérations, que du chlorure et du sulfate de plomb que l'on décompose avec la chaux.

« Ne pouvant indiquer ici toutes les précautions à prendre pour soumettre au nouveau traitement les diverses espèces de minerai d'argent et de plomb, je me bornerai à dire que les minerais les plus réfractaires à l'amalgamation et les plus difficiles à la fonte, tels que les minerais blendeux et les cuivres gris, sont traités avec facilité par ce procédé.

« Les galènes argentifères, quand le plomb a été sulfaté et l'argent chloruré, peuvent être traitées rapidement par l'amalgamation au cazo, sans autre perte de mercure que celle qui est inévitable dans le lavage du minerai pour en retirer l'amalgamation. J'indique les moyens de réduire ainsi la perte du mercure. L'argent obtenu, après la volatilisation du mercure, est pur. Les métallurgistes apprécieront, je crois, ce mode de traitement de la galène, qui permet d'en retirer immédiatement l'argent quand elle a été grillée dans certaines conditions et sans coupellations, et d'obtenir ensuite électro-chimiquement le plomb ne renfermant plus que des traces insignifiantes d'argent. Le plomb déposé sur les éléments électro-négatifs est en parties très-ténues ou en éponge; après avoir été lavé et comprimé encore humide, il est fondu dans des creusets de terre, en recouvrant la surface de poussière de charbon pour éviter l'oxydation : plusieurs centaines de kilogrammes de plomb ont été fondus ainsi. Ce plomb précipité est pyrophorique; aussi doit-on éviter de le laisser sécher à l'air, sans quoi il s'oxyderait avec dégagement de chaleur. Il se trouve alors dans l'état le plus favorable pour former le blanc de céruse.

« Il ne suffisait pas que je fisse les expériences sur une grande échelle, il fallait encore qu'elles fussent répétées et jugées par un praticien habile; c'est ce qu'a fait M. Duport Saint-Clair, ancien affineur à Mexico, qui a consigné le résultat de ses expériences et



de ses observations dans son ouvrage intitulé : *Sur la production des métaux précieux au Mexique*. Voici en quels termes M. Duport Saint-Clair s'exprime dans cet ouvrage (page 405), en parlant du traitement électro-chimique des minerais d'argent :

« Si, par un de ces événements peu probables, mais possibles, « la mine d'Almaden venait à cesser de fournir du cinabre, soit « par des éboulements, soit par une trop grande abondance des eaux, « soit enfin parce que le minerai, suffisamment riche en mercure, « aurait été extrait, la production du vif-argent, limitée alors à « celle des mines de la Carniole, serait bien insuffisante pour les « besoins ; il s'ensuivrait une hausse de prix telle, qu'elle équivau-« drait en quelque sorte à une disette absolue : que deviendrait « alors l'extraction de l'argent au Mexique ? Il y a quelques années, « cette question eût été fort embarrassante à résoudre ; car on ne « connaissait aucun autre moyen d'extraire l'argent des minerais « que la fonte ou l'amalgamation. Les savantes recherches aux-« quelles s'est livré M. Becquerel, avec toute la persévérance que « demande toujours la première application de la science à l'indus-« trie, ont présenté un moyen tout nouveau à la métallurgie, par « l'emploi des forces électriques. Initié par l'inventeur lui-même « dans tous les détails de ce nouveau procédé, j'ai pu me con-« vaincre de la possibilité de son application industrielle sur les « minerais du Mexique, autant par des expériences faites sur 4000 « kilogrammes de minerai des principaux districts, que j'avais fait « venir à Paris, il y a trois ans, que par celles que j'ai répétées « moi-même sur les lieux. La possibilité de l'application sur une « grande échelle une fois constatée, la question se réduisait à une « comparaison de chiffres pour le coût des anciens et du nouveau « système, et les premières recherches que j'ai faites sur la métal-« lurgie n'ont pas eu, dans le principe, d'autres motifs.............
« .... Le résultat de mes recherches a été favorable au pro-« cédé électro-chimique pour un grand nombre de minerais, je ne « dis pas seulement dans l'hypothèse assez peu probable d'un « manque absolu de mercure, mais même avec le haut prix actuel « du vif-argent. Dès lors, on serait en droit de s'étonner que ce

« procédé n'ait pas reçu un commencement d'application; les causes « qui l'ont empêché ayant des caractères généraux assez impor- « tants relativement à l'établissement de tout procédé nouveau, « j'entrerai, à cette occasion, dans quelques détails sur ce sujet : la « simplicité des appareils de l'amalgamation mexicaine est d'abord « un obstacle pour toute innovation; vient ensuite l'habitude d'un « art pratiqué depuis trois siècles, et dès lors parfaitement étudié « sous le rapport économique; la nécessité d'opérer sur des masses « considérables, pour qu'on ait foi au procédé, et l'obligation d'en- « trer de prime abord dans des débours d'autant plus coûteux que « toute construction industrielle est fort chère au Mexique, arrivent « enfin à ébranler le zèle des novateurs.

« Le mercure étant le principal agent chimique employé dans le « travail actuel, son prix a tout naturellement une grande portée « sur la comparaison des procédés usités avec ceux que l'on peut « vouloir leur substituer, puisque, soit que l'on emploie un peu de « mercure, soit que l'on n'en emploie pas du tout, il y a évidem- « ment tendance à diminuer les demandes de ce métal, et dès lors « à faire baisser le prix.

« Cette chance de baisse sur une marchandise dont le prix dé- « pend, comme c'est assez généralement le cas, du coût de sa pro- « duction, offre peu de probabilités de variations très-considérables; « mais, pour le mercure, il en est tout autrement; car, par suite « du monopole, son prix actuel peut s'évaluer au quadruple de son « coût, et à mesure que son emploi serait moins considérable, le « prix en pourrait baisser, presque spontanément, d'une manière « désastreuse pour les établissements destinés à remplacer le mer- « cure ou à diminuer sa perte dans l'amalgamation par quelque « nouvelle invention. »

« M. Duport fait encore remarquer, et cette considération est importante, qu'indépendamment des circonstances relatives au mercure, il faut encore y joindre celles qui concernent le sel marin formant la base de mon procédé, et dont la perte ne peut être négligée qu'autant que le prix de cette substance est peu élevé; or, c'est ce qui n'a pas lieu dans la plupart des mines du Mexique, où

ce prix dépasse souvent 40 francs le quintal métrique. Ces difficultés écartées, rien ne s'opposerait plus à l'emploi du procédé électro-chimique. De là on peut conclure que dans toutes les régions des mines où le sel ordinaire est à bas prix, le procédé électro-chimique est applicable, pourvu toutefois que, lorsque les minerais d'argent sont des sulfures multiples, le combustible s'y trouve en quantité suffisante pour leur préparation par le grillage. Nous citerons pour exemple Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin), qui se trouve à peu de distance des grandes salines et dont le minerai, qui présente des difficultés à être traité par les procédés en usage, peut l'être facilement par le procédé nouveau.

« Le but que je me suis proposé dans cette courte analyse de mon ouvrage a été de donner une idée générale des recherches que j'ai entreprises sur le traitement électro-chimique des minerais d'argent, de plomb et de cuivre, sans entrer dans aucun des détails qui ne sauraient trouver place ici. »

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

43. — RAPPORT SUR LES RECHERCHES GÉOLOGIQUES EXÉCUTÉES PAR ORDRE DU GOUVERNEMENT PENDANT L'ANNÉE 1852 DANS LA NÉERLANDE. (Extrait du premier volume des Mémoires, publiés par la Commission générale.)

Le gouvernement des Pays-Bas avait ordonné déjà en 1826 la reconnaissance géologique des provinces méridionales du royaume. On pouvait s'attendre, d'après les richesses minérales de ces provinces, à des découvertes importantes pour l'industrie du pays. Le bureau de la direction chargée de l'exécution de ces recherches fut établi à Gand, pendant que le bureau des reconnaissances militaires était chargé des recherches topographiques sur le terrain. La partie scientifique fut confiée à M. Van Breda, professeur à l'Université de Gand, et plusieurs officiers de l'état-major furent désignés pour aider à cette vaste entreprise.

Déjà on avait réuni un grand nombre de faits géologiques et topographiques, lorsque les événements politiques de 1830 vin-

rent arrêter ces travaux. Les officiers du bureau des reconnaissances militaires et la plupart des géologues qui s'en étaient occupés se retirèrent en Hollande.

Dès que le royaume de Belgique fut définitivement constitué, son gouvernement s'empressa de continuer cette exploration, et en confia l'exécution à des savants distingués. Grâce à leur zèle infatigable, la reconnaissance géologique de la Belgique vient d'être terminée. La belle carte géologique de ce royaume, dressée par le professeur André Dumont [1], et plusieurs mémoires sur les divers terrains et les animaux fossiles qu'on y trouve, publiés dans le recueil des mémoires de l'Académie royale de Bruxelles, sont les fruits précieux de ces recherches.

Après la séparation des provinces belges, de grandes difficultés financières imposèrent au gouvernement néerlandais le devoir de restreindre au strict nécessaire les dépenses de l'Etat.

Heureusement les provinces de Groningue et d'Over-Yssel reprirent pour leur compte l'examen géologique de la partie de la Hollande où elles se trouvent. La carte de la province de Groningue fut publiée en 1840, et la Société d'Industrie d'Over-Yssel réunit, à Zwolle, dans son musée d'histoire naturelle, une collection de roches, de minéraux et de fossiles indigènes.

Ce ne fut qu'en 1852 que les états généraux accordèrent pour six ans une somme annuelle de 10,000 florins, qui paraît devoir suffire aux recherches géologiques. La direction de cette entreprise a été confiée à une commission générale, composée de trois membres qui sont MM. Van Breda, président, Miquel et Staring, secrétaires. Leurs fonctions sont gratuites, sauf celles du secrétaire, mais ils reçoivent une indemnité pour les frais de voyage. Le bureau central a été établi à Harlem, où les collections et les bibliothèques de la *Fondation Teylerienne* et de la *Société hollandaise des Sciences*, ainsi que la collection et la bibliothèque particulières de M. Van Breda, qui sont au nombre des plus riches en géologie, peuvent rendre des services importants. Les reconnaissances géologiques sont faites non-seulement par les membres de la commission générale, mais aussi

[1] Il a été publié récemment une réduction de cette carte.



par d'autres savants, appelés par le gouvernement à titre de membres correspondants, pour faire des recherches spéciales dans les différentes parties du pays. La carte topographique des Pays-Bas, dressée par l'état-major de l'armée sur une échelle de 1:50000, a été jugée la plus convenable pour y tracer les résultats obtenus, quoique sur les quarante-sept feuilles dont se composera cette carte, il n'y en ait encore que sept de publiées.

La commission générale a immédiatement commencé des recherches sur le terrain même. A la tête de toute l'entreprise, elle dirige les nombreuses explorations faites par les membres correspondants et s'occupe incessamment de rassembler à Harlem tous les matériaux, cartes, livres, collections de roches et de fossiles, etc.

La commission publiera successivement les résultats obtenus dans des mémoires spéciaux. Bien que ces mémoires paraissent réunis en volumes, on pourra se procurer chacun d'eux séparément. Le premier volume est déjà publié. Il contient les mémoires suivants :

1° Sur la pierre de Losser dans l'Over-Yssel.

2° Sur les plantes fossiles de la craie supérieure du duché de Limbourg par M. Miquel.

3° Sur le terrain de la Hollande par M. Staring.

4° Sur le sol de la ville de Govinchen par M. Harting. La carte elle-même ne pourra être publiée qu'après que le travail aura été entièrement terminé.

Le 26 octobre 1852, le bureau a adressé au ministre de l'intérieur un rapport sur l'état de ses travaux et de ses collections dont nous ne donnons ici qu'un extrait. Il a été publié dans le premier volume des Mémoires.

« Nous pensons, dit ce rapport, présenter chaque année à V. E. un résumé exact et succinct des travaux exécutés pendant le courant de l'année. Notre premier rapport cependant ne concerne que le travail des six derniers mois ; mais nous nous flattons que ceux qui succéderont seront plus riches en faits, parce qu'ils auront à rendre compte des opérations d'une année entière. »

Le rapport commence par indiquer diverses communications importantes qui ont été faites à la commission. Parmi elles nous distinguons celle des animaux vertébrés fossiles de la montagne de Saint-Pierre de Mæstricht faisant partie de la collection Camper.

Les recherches géologiques pendant l'été passé ont eu pour objet l'étude de plusieurs terrains de notre sol.

La frontière orientale de l'Over-Yssel, le grès de Losser où l'on a découvert des pierres à bâtir, les frontières des royaumes de Prusse et de Hanovre, les fossiles tertiaires de Delden, d'Eibergen et de Winterswyk; les terrains des époques paléozoïques, secondaires et tertiaires du Limbourg, le terrain houiller de Kerkenrade, la craie de Mæstricht, ont été examinés. Un de nos paléontologistes les plus distingués prépare une monographie des crustacés et des cirripèdes de cette formation; et nous confierons à un autre savant l'examen des grands reptiles de Mæstricht, dont les restes se trouvent en grande quantité dans les diverses collections de notre pays.

Une des premières excursions entreprises a été dirigée vers le canal de Twickel, près de Delden, en Over-Yssel, où, il y a un siècle à peu près, De Luc constata la présence de fossiles marins tout à fait hors de la porté des mers actuelles[1]. Sans s'en douter, il posa ainsi le fondement des recherches, qui devaient démontrer plus tard que la plus grande partie de la surface du sol des Pays-Bas n'appartient nullement aux alluvions marines ou fluviatiles modernes.

Nous nous sommes également occupé du terrain diluvien.

Afin de faciliter la reconnaissance des terrains modernes et principalement des alluvions qui constituent le sol de la Hollande et des autres provinces dites *maritimes*, nous avons jugé nécessaire le sondage du sol en différentes localités. A Gouda, la sonde a été menée jusqu'à une profondeur de cinquante mètres ; un second sondage se fait en ce moment à Purmerende. Ces puits artésiens et ceux qu'on pourrait encore faire exécuter ailleurs, avec les puits de Gorcum, Zeyst, Leyde et Amsterdam, éclairciront sans doute

[1] Lettres physiques et morales, tome V, page 336 (1778).



d'une manière suffisante la succession et la formation des couches de ces provinces.

Quoique le premier but de nos recherches soit une connaissance scientifique de la constitution géologique de la Néerlande, nous ne doutons pas que, ce but une fois atteint, la science acquise ne soit aussi d'une grande utilité pratique pour les intérêts matériels de notre peuple.

44.—Du terrain sur lequel la ville d'Amsterdam est batie, par M. Harting. (Mémoire de la première classe de l'Institut royal de Hollande.)

Un des objets que l'auteur avait en vue dans ce travail était la recherche des eaux potables. Non-seulement il a atteint son but à cet égard, mais encore l'étude chimique, géologique et paléontologique du sol d'Amsterdam, forme le travail peut-être le plus complet, qui ait jamais été publié dans ce genre. On y remarque entre autres des recherches sur la manière dont l'eau dépose la matière qu'elle tient en suspension.

Il résulte de ce travail que la capitale de la Hollande est bâtie sur des argiles et des marnes sableuses, qui reposent sur une énorme épaisseur de sable marin. Cet ensemble de couches paraît être une alluvion marine, d'époque moderne, car les êtres organisés y sont identiques avec ceux qui vivent encore dans le pays ou sur ses côtes.

BOTANIQUE.

45.—Des Moulins (Ch.); Etudes organiques sur les Cuscutes, br. in-8°. Toulouse, 1853.

M. Ch. Des Moulins, avec l'intention d'abord de s'occuper d'une seule espèce de Cuscute, s'est trouvé conduit à étudier toute la famille, et à continuer ainsi les travaux de MM. Pfeiffer, Engelman, Choisy et Webb, sur ce groupe singulier de végétaux.

Il remarque, en passant, l'origine du nom cuscute, qui est le nom arabe de cette plante parasite, *Kossuth*, ou *Chassuth*. Les botanistes

en ont tiré les noms *Cuscuta* et *Cassytha*, deux genres qui se ressemblent par leur extérieur et leur mode de végéter, mais dont l'un se classe dans les Convolvulacées ou à côté, et l'autre dans les Lauracées.

Adoptant le point de vue moderne de subdiviser le genre primitif en plusieurs, d'après les stigmates, le fruit ou la graine, l'auteur distingue cinq genres, dont deux nouveaux. Les trois premiers (Tribu *Cuscuteæ*) ont la capsule s'ouvrant circulairement. Ce sont les *Cuscuta* Pfeif., *Epilinella* Pfeif., et un genre fondé sur le *Cusc. monogyna L.*, que M. Des Moulins appelle *Monogynella*. Le caractère principal en est le style unique, mais il diffère aussi du Cuscuta par 5 sépales, au lieu d'un calice 4-5-fide, et du genre Epilinella, par une capsule non perforée au sommet. Les deux autres genres (trib. *Cuscutineæ*) n'ont pas une capsule s'ouvrant circulairement. L'un a pour type le Cuscuta suaveolens Ser. (C. hassiaca Pfeiff., puis Engelmannia Pfeiff., et Pfeifferia Buch.), ce parasite de la luzerne, introduit d'Amérique, il y a quelques années, dans nos cultures européennes. Les deux noms génériques déjà proposés ne pouvant subsister, parce qu'ils avaient déjà été employés, M. Des Moulins propose celui de *Cassutha*, tiré d'une plante analogue dans Bauhin. Le second genre du groupe est le *Succuta* Des Moul., fondé sur le Cuscuta alba Presl, plante de Sicile. Cette dernière a deux styles égaux, à stigmates linéaires, et des graines ailées, en quoi il diffère du Cassutha.

L'ouvrage se compose, en grande partie, d'une revue des espèces, appartenant à ces cinq genres. On trouvera sur quelques-unes des détails nouveaux, fondés sur des échantillons le plus souvent authentiques d'espèces rares.

---

46. — RAULIN ; ESSAI D'UNE DIVISION DE LA FRANCE EN RÉGIONS NATURELLES ET BOTANIQUES. (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. 18, liv. 1.)

M. Victor Raulin s'est proposé dans cet écrit de perfectionner, et d'étendre à la géographie botanique, les principes de géographie



physique émis par lui, en 1844, dans l'ouvrage intitulé *Patria*. Ses idées nous paraissent justes, car nous aimons que, dans les sciences physiques et naturelles, on mette de côté les divisions arbitraires imaginées par les hommes, et l'on s'appuie plutôt sur les faits matériels et permanents, comme la présence des mers, l'élévation du sol et le climat. A ce point de vue, cependant, il faudrait retrancher le titre principal, le mot France, car cette portion de l'Europe, distincte politiquement, ne l'est pas naturellement. Les bords de la Méditerranée se prolongent du côté de Gênes de la manière la plus intime ; les Alpes du Dauphiné sont liées à celles de Savoie, d'Italie et de Suisse ; les plaines d'Alsace ne peuvent guère être séparées de celles du grand-duché de Bade ; enfin la grande plaine du nord est une partie intégrante de la plaine beaucoup plus vaste où se trouve la Belgique et une grande partie de l'Allemagne. Une division naturelle de la *France* pèche donc par sa base, en ce que l'on prétend diviser en régions naturellement distinctes un tout qui n'est pas naturel.

Ce cadre en partie artificiel étant donné, M. Raulin admet dix subdivisions physiques et botaniques, et il exprime le désir que les auteurs de Flores s'en rapprochent. Les subdivisions sont désignées comme suit :

1. *Parisienne :* partie septentrionale de la Neustrie.
2. *Ligérienne* : partie méridion. de la Neustrie (Tours, Blois, etc.)
3. *Bretonne :* Bretagne.
4. *Orientale :* Ardennes, Lorraine et Bourgogne, Vosges et Alsace.
5. *Jurassienne* : Jura, Bresse.
6. *Centrale :* plateau central, Limagne, Causses.
7. *Aquitaine :* ancienne Aquitaine.
8. *Méditerranéenne :* Languedoc, Provence.
9. *Pyrénéenne :* Pyrénées.
10. *Alpique :* Alpes.

L'auteur indique un petit nombre d'espèces caractéristiques de chacune de ces régions. Il est beaucoup moins développé à cet

égard que ne l'était jadis De Candolle (Flore française et rapports), et plus récemment M. Martius (Patria). Nous nous réservons de faire connaître bientôt notre opinion [1] sur ces tentatives de régions botaniques, tentatives où celle de M. Raulin en vaut beaucoup d'autres, mais qui sont, en général, irrégulières et chancelantes, parce qu'elles ne reposent pas sur la constitution de groupes naturels inclus les uns dans les autres et subordonnés, comme toute classification naturelle devrait être constituée.

---

47. — MULLER (Dr F.) ; SUR LA VÉGÉTATION DE L'INTÉRIEUR DE LA COLONIE DE VICTORIA, DANS L'AUSTRALIE MÉRIDIONALE. (*Hooker's Journal of Botany*, avril et mai 1854.)

La nouvelle colonie de Victoria est bien partagée sous le point de vue des progrès de la botanique. Elle a eu quelque temps pour gouverneur M. La Trobe, botaniste, originaire de Suisse, qui a fait lui-même plusieurs découvertes, et qui a obtenu la nomination, en qualité de botaniste dépendant du gouvernement, d'un homme très-capable, le Dr Müller. Ce dernier, après avoir visité les montagnes de l'intérieur, a adressé, du jardin botanique de Melbourne, au ministre des colonies, un rapport intéressant, dans lequel nous traduirons ce qui suit :

« En partant de Melbourne je me rendis à la chaîne de montagnes appelée Futter's range, qui présente, comme toutes les montagnes granitiques du voisinage, une multitude d'espèces particulières. De là je me dirigeai vers les collines de May Day, d'où, après quelque séjour, je gagnai les monts Buffalo. Dans ces dernières montagnes, je fis l'ascension du mont Aberdeen et d'un autre pic, élevé de plus de 4000 pieds, et j'examinai la riche végétation, presque tropicale, qui borde les rivières descendant des montagnes. C'est dans cette localité que je fis la découverte du majestueux *Grevillea Victoria*, et d'autres plantes curieuses. On y a trouvé des indices de la présence de l'or, ainsi que sur les

[1] Dans un ouvrage actuellement sous presse, intitulé *Géographie botanique raisonnée*, 2 vol. in-8°, par Alph. De Candolle.



montagnes de Gipp's land, que je visitai ensuite. Le directeur du jardin botanique de Melbourne me quitta en cet endroit, après avoir recueilli des graines.

« Le mont Aberdeen n'ayant guère d'espèces de la nature des plantes alpines, je me décidai à monter sur le Buller, dont le sommet, élevé de plus de 5000 pieds, est couvert de neige pendant la plus grande partie de l'année. Je fis ce voyage entièrement seul, depuis Buffalo range, aussi l'ascension ne fut-elle pas sans danger. Toutefois, j'en ai été dédommagé par le plaisir de voir la végétation alpine de ce continent, qui présente de l'analogie avec celle de la Tasmannie (Ranunculus gunnianus, Euryomyrtus alpina, Celmisia astelifolia, Gentiana diemensis, Podocarpus montana, Trisetum antarcticum, etc.), et qui n'est pas dépourvue de plantes spéciales (Phebalium podocarpoïdes, Goodenia cordifolia, Hovea gelida, Oxylobium alpestre, Brachycome nivalis, Anisotome glacialis, etc. Chose remarquable! une seule de ces espèces ressemble à celle de la flore subalpine découverte par sir Thomas Mitchell dans les monts Grampiens d'Australie [1]. Le mont Buller n'avait jamais été exploré scientifiquement, et sur le mont Aberdeen personne n'était encore monté.

Le Dr Muller revint par la rivière La Trobe et la côte sud-est de Gibb's land, après un voyage de plus de 1500 milles anglais. Ses collections de la colonie de Victoria comprennent déjà 715 Dicotyledones et 201 Monocotyledones, qu'il estime être un peu plus de la moitié des végétaux phanérogames du pays.

Dans un article subséquent (mai 1854) l'auteur ajoute que plus de la moitié des espèces sont communes avec Van Diemen (la Tasmannie), et quant aux familles prédominantes, il note que le nombre des espèces est dans l'ordre suivant : Légumineuses, Composées, Myrtacées, Fougères, Cypéracées, Graminées, Protéacées, Orchidées, Epacridées, Ombellifères, etc.

[1] Au sud-est du continent australien.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1854.

Le 2, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.
» 3, à 5 h. 30 m., quelques coups de tonnerre au SO.
» 4, à 5 h. 30 m., tonnerres du côté du Sud.
» 12, à 10 h. du soir, éclairs au S. et à l'O.
» 16, à 8 h. du soir, éclairs et tonnerres; plus tard, dans la soirée, éclairs à l'E.
» 17, à 6 h. du soir, éclairs et tonnerres.
» 20, à 9 h. du soir, orage à l'E., entre les Voirons et Salève; pendant toute la nuit, succession d'orages, avec des coups de tonnerre très-forts.
» 24, faible halo solaire, de 6 h. 15 m. à 6 h. 30 m. du matin.
» 25, faible halo solaire, entre 9 h. et 10 h. du matin, et à plusieurs reprises dans l'après-midi.
» 26, éclairs et tonnerres au S., au SE. et à l'E., de 10 h. 15 m. du soir à minuit.
» 27, de 8 h. 45 m. du soir à 5 h. 30 m. le lendemain matin, éclairs et tonnerres, presque sans interruption.

Température du Rhône :

1re décade,	+12°,52
2me »	+15°,08
3me »	+17°,34
Mois	+15°,97

Minimum, le 3 + 9°,7. Maximum, le 26 + 18°,2.

GENÈVE. — Juin 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les	VENT	Clarté moy. du	Limnimètre à midi.
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h du soir	8 h. m.	Midi.	4 h.d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	24 h	dominant.	Ciel.	
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	723,29	723,00	721,24	720,58	+13,9	+15,2	+16,1	+12,3	+11,1	+16,9	0,85	0,78	0,74	0,93	4,9	variab.	1,00	26,0
2	717,17	718,05	719,87	720,71	+15,4	+15,5	+13,9	+10,3	+ 9,0	+17,7	0,71	0,67	0,64	0,81	3,1	S. 2	0,78	27,0
3	720,82	720,33	719,88	720,86	+13,9	+17,2	+12,8	+11,1	+ 9,5	+18,3	0,59	0,40	0,41	0,83	4,9	SSO. 2	0,78	26,0
4	722,69	722,83	722,55	723,59	+15,1	+19,6	+20,9	+15,8	+ 9,5	+21,4	0,69	0,40	0,38	0,49	»	SSO. 1	0,51	26,5
5	724,77	723,72	722,38	720,68	+13,1	+17,6	+18,3	+17,0	+ 8,0	+20,0	0,79	0,56	0,57	0,61	»	N. 1	0,69	27,0
6	718,85	719,36	719,25	719,20	+ 9,6	+11,5	+13,4	+12,5	+ 9,3	+16,6	0,97	0,91	0,81	0,69	1,7	NNE. 1	0,85	26,0
7	720,92	720,90	721,61	722,77	+12,7	+16,2	+15,7	+11,8	+ 7,5	+16,6	0,57	0,43	0,62	0,60	»	NNE. 2	0,42	26,5
8	723,51	725,07	722,51	723,32	+12,7	+16,1	+18,3	+13,3	+ 7,9	+18,7	0,61	0,41	0,34	0,75	»	NNE. 2	0,12	25,0
9	725,59	725,65	725,77	726,62	+11,9	+14,2	+14,4	+12,5	+ 6,7	+15,8	0,64	0,52	0,50	0,54	»	N. 1	0,83	27,0
10	727,16	726,73	726,71	727,73	+15,4	+17,6	+17,5	+14,0	+ 5,9	+18,4	0,69	0,48	0,42	0,57	»	N. 1	0,53	27,0
11	728,26	727,87	726,79	727,15	+15,3	+17,9	+19,0	+15,8	+ 8,0	+20,3	0,62	0,45	0,45	0,62	»	variab.	0,53	26,0
12	726,93	725,48	724,25	724,84	+15,0	+23,5	+24,0	+19,2	+ 7,2	+24,7	0,67	0,38	0,52	0,53	0,3	SSO. 1	0,40	25,0
13	726,61	726,35	726,14	726,76	+17,8	+19,4	+19,7	+17,0	+15,0	+21,7	0,68	0,59	0,46	0,54	»	SSO. 1	0,89	23,0
14	726,97	726,56	726,37	726,44	+16,3	+20,2	+20,1	+17,4	+ 9,8	+21,9	0,66	0,72	0,44	0,57	0,6	SSO. 1	0,89	23,5
15	727,69	727,16	726,61	726,24	+17,0	+21,1	+25,3	+19,8	+14,0	+23,9	0,80	0,47	0,40	0,55	»	SSO. 1	0,72	24,0
16	725,64	724,89	724,28	723,01	+23,0	+24,1	+19,9	+17,7	+13,1	+25,9	0,50	0,44	0,70	0,87	1,1	S. 1	0,88	24,0
17	722,31	722,17	720,89	722,69	+16,7	+19,0	+16,9	+15,7	+14,1	+24,1	0,76	0,72	0,39	0,91	5,1	variab.	0,91	25,0
18	721,42	721,91	723,61	724,91	+15,7	+20,5	+18,8	+17,2	+12,7	+21,3	0,92	0,75	0,88	0,89	1,9	variab.	0,97	25,0
19	727,79	727,54	725,56	724,16	+15,6	+17,4	+18,2	+17,4	+14,4	+20,2	1,00	0,88	0,84	0,82	2,9	N. 1	0,84	25,0
20	725,38	724,36	725,79	726,67	+18,4	+21,0	+18,9	+16,6	+14,1	+23,0	0,84	0,59	0,55	0,68	0,7	S. 2	0,88	25,0
21	728,63	728,41	728,26	729,63	+14,3	+17,1	+18,6	+16,4	+11,0	+19,7	0,83	0,59	0,76	0,70	5,1	N. 1	0,68	30,0
22	730,36	730,15	730,28	730,92	+16,0	+18,3	+17,2	+16,0	+12,4	+19,1	0,70	0,61	0,64	0,65	»	N. 1	0,77	31,0
23	731,92	731,77	731,24	731,57	+16,2	+18,8	+21,2	+18,2	+12,0	+22,7	0,74	0,67	0,50	0,59	»	N. 1	0,43	32,0
24	732,11	731,10	729,60	729,83	+16,7	+21,3	+23,2	+19,9	+10,0	+25,7	0,72	0,77	0,41	0,57	»	N. 1	0,18	33,0
25	729,50	728,39	727,21	726,92	+17,4	+23,4	+22,0	+20,6	+10,5	+24,1	0,66	0,48	0,65	0,64	»	N. 1	0,36	34,0
26	726,23	725,60	724,80	725,84	+21,3	+26,0	+25,5	+22,0	+15,9	+27,9	0,62	0,45	0,43	0,47	»	S. 1	0,82	34,5
27	727,81	726,39	724,26	724,08	+15,9	+19,8	+20,3	+18,5	+13,6	+24,7	0,77	0,63	0,71	0,75	1,4	N. 1	0,79	36,0
28	723,17	721,68	725,46	721,01	+14,6	+14,8	+15,1	+12,5	+12,0	+17,1	0,93	0,98	0,91	0,98	74,0	variab.	1,00	37,0
29	724,33	724,83	724,81	724,49	+16,0	+19,6	+17,6	+14,7	+11,1	+20,0	0,63	0,40	0,58	0,77	0,9	S. 2	0,84	40,0
30	723,70	725,22	724,75	723,63	+15,8	+13,4	+12,8	+10,7	+10,0	+16,7	0,69	0,57	0,73	0,99	18,0	SSO. 2	0,94	42,0

Moyennes du mois de Juin 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	722,42	722,48	722,50	722,36	722,18	722,18	722,26	722,61	722,90
2e »	725,51	725,70	725,62	725,43	725,23	725,03	724,96	725,29	725,62
3e »	727,47	727,78	727,61	727,35	727,06	726,87	726,87	727,30	727,64
Mois...	725,13	725,32	725,24	725,05	724,82	724,69	724,70	725,06	725,39
				Température.					
1re décade,	+10°,61	+13°,17	+14°,94	+16°,05	+16°,68	+15°,93	+14°,90	+13°,06	+11°,77
2e »	+14,56	+17,08	+18,99	+20,41	+20,51	+19,88	+19,43	+17,38	+16,21
3e »	+13,79	+16,22	+18,06	+19,25	+19,80	+19,15	+18,79	+16,95	+15,95
Mois...	+12,98	+15,49	+17,33	+18,57	+19,00	+18,32	+17,70	+15,80	+14,64
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	7,87	8,01	7,52	7,35	7,08	7,42	7,50	7,61	7,60
2e »	10,18	10,64	10,55	10,45	10,40	9,68	10,25	10,23	10,46
3e »	10,27	9,98	10,07	10,11	9,93	10,24	9,54	9,97	10,47
Mois....	9,44	9,54	9,32	9,30	9,13	9,11	9,10	9,27	9,51
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,83	0,71	0,58	0,56	0,52	0,54	0,60	0,68	0,74
2e »	0,82	0,75	0,65	0,59	0,58	0,56	0,62	0,70	0,76
3e »	0,87	0,73	0,66	0,62	0,59	0,63	0,61	0,71	0,77
Mois . .	0,84	0,73	0,63	0,59	0,56	0,58	0,61	0,70	0,76

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+ 8,42	+18,04	0,65	14,6	26,4
2e »	+12,24	+22,70	0,79	10,6	24,5
3e »	+11,65	+21,57	0,68	100,0	35,0
Mois....	+10,77	+20,77	0,71	125,2	28,6

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,76 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 49°,5 O. et son intensité est égale à 17 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Juin: 190mm, répartie comme suit :

		mm
le 2	. . . .	45
le 4	. . . .	5
le 6	. . . .	30
le 20	. . . .	15
le 30	. . . .	95

Le 17, tonnerres au NE., de 4 h. 30 m. à 5 h. du soir.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMÈTRE. 8h.m.	Midi.	4 h.s.	8 h.s	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	565,19	564,69	563,95	562,80	+ 0,1	+ 0,8	+ 1,6	+ 1,0	− 1,3		93	92	90	92	33,6	SO. 2	1,00
2	558,98	559,29	559,61	560,26	0,0	+ 2,5	+ 2,9	− 0,3	− 1,2		94	86	82	82	6,3	SO. 2	0,79
3	559,89	560,21	560,38	560,37	0,0	+ 3,0	+ 2,0	− 0,5	− 2,5		76	71	71	77	»	SO. 1	0,73
4	562,26	563,33	563,75	564,16	+ 3,7	+ 5,3	+ 3,7	+ 1,2	− 3,5		75	74	73	82	0,4	variab.	0,59
5	564,61	564,62	564,63	563,96	+ 2,0	+ 7,3	+ 6,5	+ 3,1	− 3,0		80	75	75	85	3,7	SO. 1	0,71
6	559,09	558,16	557,97	558,37	+ 2,5	+ 0,8	− 0,1	− 0,9	− 1,5		90	86	87	95	8,6	NE. 2	1,00
7	558,86	559,12	560,12	560,95	− 3,0	− 1,0	− 0,3	− 1,6	− 3,5		91	85	83	91	»	NE. 2	0,74
8	561,30	562,06	562,27	562,58	− 1,3	+ 2,0	+ 2,9	− 1,0	− 5,2		87	75	77	89	»	NE. 1	0,43
9	562,05	562,70	563,09	563,48	− 3,0	− 0,2	+ 1,0	− 2,5	− 4,2		95	87	85	95	»	NE. 1	0,62
10	563,75	564,49	565,24	565,86	− 3,0	− 0,1	+ 2,1	− 0,5	− 6,0		91	86	84	91	»	NE. 1	0,56
11	566,21	566,46	566,55	567,14	+ 3,0	+ 5,1	+ 4,5	+ 2,3	− 1,0		84	81	81	86	»	NE. 1	0,21
12	567,18	567,34	567,25	567,50	+ 4,3	+ 7,8	+ 8,8	+ 5,8	+ 0,6		85	81	82	79	»	SO. 1	0,14
13	567,31	567,00	566,64	566,74	+ 3,2	+ 7,9	+ 6,0	+ 2,5	− 0,5		89	82	83	88	4,3	variab.	0,91
14	566,44	566,78	566,78	566,99	+ 4,5	+ 6,8	+ 5,8	+ 3,7	− 2,8		80	82	83	84	»	NE. 1	0,83
15	567,74	568,40	568,72	568,83	+ 2,8	+ 5,8	+ 8,0	+ 5,7	+ 2,5		91	89	81	80	3,1	NE. 1	0,50
16	568,08	568,08	568,13	566,61	+ 6,8	+ 7,6	+ 6,3	+ 6,0	+ 4,8		79	80	84	87	0,9	NE. 1	0,96
17	564,69	565,08	564,92	565,22	+ 5,6	+ 7,9	+ 8,9	+ 4,2	+ 1,0		92	89	89	91	24,0	SO. 1	0,92
18	565,42	565,73	566,42	567,78	+ 4,2	+ 3,8	+ 4,2	+ 4,3	+ 3,8		96	96	96	99	8,0	SO. 2	1,00
19	569,01	569,43	569,21	568,89	+ 4,1	+ 4,2	+ 5,7	+ 6,0	+ 3,0		98	99	96	94	10,0	SO. 2	1,00
20	567,45	567,76	567,79	567,63	+ 4,9	+ 5,0	+ 6,2	+ 5,2	+ 4,9		96	97	95	95	24,5	SO. 2	1,00
21	567,22	567,59	567,81	568,31	+ 2,3	+ 3,8	+ 3,0	+ 1,8	− 0,6		95	86	91	96	8,6	NE. 1	0,88
22	568,31	568,44	568,70	568,98	+ 0,9	+ 2,8	+ 2,5	+ 1,9	+ 0,5		99	94	94	97	»	NE. 1	0,99
23	569,82	570,30	570,51	570,81	+ 1,4	+ 3,0	+ 2,5	+ 1,0	+ 0,8		95	92	93	97	1,8	NE. 1	0,91
24	571,04	571,30	571,26	571,23	+ 3,0	+ 6,9	+ 6,7	+ 5,2	− 0,5		85	85	91	97	»	NE. 1	0,28
25	571,25	571,25	571,14	571,01	+ 8,2	+11,2	+10,6	+ 8,1	+ 4,3		73	68	73	72	»	NE. 1	0,11
26	569,76	569,10	568,67	568,82	+10,8	+13,1	+12,8	+ 7,8	+ 6,7		76	79	80	87	»	NE. 1	0,67
27	568,12	567,79	567,37	567,12	+ 8,9	+ 9,9	+ 9,7	+ 6,1	+ 4,5		88	85	84	90	2,1	SO. 2	0,84
28	564,72	564,93	564,04	564,59	+ 4,3	+ 4,9	+ 4,0	+ 1,6	+ 1,3		96	98	98	96	24,7	SO. 2	1,00
29	564,60	565,16	565,50	565,17	+ 4,5	+ 5,5	+ 5,7	+ 3,8	+ 1,8		91	92	91	85	»	SO. 1	0,70
30	562,48	563,48	563,86	563,87	+ 1,4	0,0	+ 0,7	− 1,2	− 2,8		91	87	85	89	6,5	variab.	0,89

Moyennes du mois de Juin 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	561,49	561,60	561,76	561,87	562,00	562,10	562,15	562,28	562,44
2e »	566,67	566,95	567,04	567,21	567,23	567,24	567,26	567,33	567,38
3e »	567,56	567,73	567,84	567,93	567,94	567,89	567,81	567,99	568,03
Mois...	565,24	565,43	565,55	565,67	565,72	565,74	565,74	565,87	565,95

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	− 2,21	− 0,20	+ 1,08	+ 2,04	+ 2,35	+ 2,23	+ 1,05	− 0,20	− 0,68
2e »	+ 2,61	+ 4,34	+ 4,85	+ 6,19	+ 6,84	+ 6,44	+ 5,17	+ 4,57	+ 4,04
3e »	+ 2,91	+ 4,57	+ 5,77	+ 6,11	+ 6,47	+ 5,91	+ 4,97	+ 3,70	+ 3,41
Mois...	+ 1,10	+ 2,90	+ 3,90	+ 4,78	+ 5,22	+ 4,86	+ 3,73	+ 2,69	+ 2,26

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	90,5	87,2	84,3	81,7	79,9	80,7	83,9	87,9	88,8
2e »	89,6	89,0	88,1	87,6	86,7	87,0	88,1	88,3	89,2
3e »	89,1	88,9	86,8	86,6	86,6	88,0	89,5	90,6	91,7
Mois...	89,7	88,4	86,4	85,3	84,4	85,2	87,2	88,9	89,9

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	o	o		mm
1re décade,	− 3,19	—	0,72	52,6
2e »	+ 1,61	—	0,75	75,4
3e »	+ 1,60	—	0,73	43,7
Mois...	+ 0,07	—	0 73	171,7

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,01 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 1 sur 100.

AOUT 1854.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

INTRODUCTION

A

LA FLORE TERTIAIRE DE LA SUISSE

PAR

M. le Professeur OSWALD HEER

traduite par

CHARLES-TH. GAUDIN.

Préface du traducteur.

Il y a toujours eu dans notre petit pays des hommes qui, par leurs talents et le zèle consciencieux qu'ils ont apporté à leurs études, ont contribué largement aux progrès de la science, et rendu leur patrie honorable à l'étranger. La race de ces hommes qui savent rendre la science aimable n'est point éteinte: deux Suisses, MM. O. Heer, de Zurich, et Arn. Escher ont entrepris de publier en quarante feuilles de texte, et plus de quatre-vingts planches folio, le fruit de leurs intelligentes et laborieuses recherches sur la flore tertiaire de la Suisse. Un travail aussi considérable et aussi coûteux se fait ordinairement à l'étranger avec le secours du gouvernement; nos deux compatriotes l'ont entrepris avec leurs seules forces. J'ai pensé

bien faire en traduisant l'introduction, qui résume en quelques pages les beaux résultats acquis à la science. M. Heer fait revivre sous nos yeux la puissante végétation qui recouvrait jadis notre pays; il nous transporte au sein de ces vastes forêts que le pied de l'homme ne devait jamais fouler, car elles n'étaient qu'un des moments de cette vaste série de siècles pendant lesquels Dieu préparait lentement la terre à la venue de la race humaine.

Cette lecture sera chose agréable non-seulement aux personnes qui se sont occupées plus particulièrement de l'étude de la géologie, mais aussi au public intelligent qui aime à se tenir au courant de tout ce qui est progrès et s'intéresse à tout ce qui nous fait mieux connaître les œuvres merveilleuses du Créateur.

Charles-Th. GAUDIN,

Lausanne, juillet 1854.

Le vaste bassin qui s'étend entre les Alpes et le Jura est recouvert en entier par la molasse; cette formation comprend trois étages: La molasse d'eau douce inférieure, la molasse marine et la molasse d'eau douce supérieure.

I

Molasse d'eau douce inférieure.

La vallée qui s'appuyait d'un côté aux flancs du Jura, et de l'autre à la base de nos Alpes a dû présenter jadis un aspect tout autre que celui du plateau suisse actuel. Ses collines de molasse qui donnent tant de variété à notre paysage n'existaient pas encore; les Alpes et le Jura n'avaient ni l'extension ni les formes que nous leur connaissons aujourd'hui, car leur dernier soulèvement n'a pris

naissance qu'après le dépôt de la molasse. Il est clair que les rivières qui arrosaient la plaine à leur sortie des montagnes devaient avoir une tout autre direction. La végétation qui recouvrait le sol était aussi entièrement différente de celle qui existe actuellement. Il n'y a pas une seule *espèce* identique à celles qui vivent de nos jours, et lors même que les *genres* correspondent presque complétement à ceux que nous possédons, il en est beaucoup qu'on ne trouve plus en Suisse, ni même dans la partie du monde que nous habitons. C'est pourquoi, si nous nous transportons par la pensée au sein de cette forêt tertiaire, nous nous trouverons entourés d'une création tout à fait étrangère. Nous serons surpris dès l'abord de la grande variété d'arbres, car nous connaissons déjà 180 espèces de plantes ligneuses dans la molasse inférieure seulement. Cette proportion ne se rencontre que dans les pays chauds; en effet, ce qui distingue des nôtres les forêts des zones méridionales, c'est qu'elles sont composées d'un beaucoup plus grand nombre d'espèces d'arbres et présentent un coup d'œil plus riche et plus intéressant, mais non le calme et la paix qu'on respire dans nos monotones forêts de hêtres et de sapins. La différence est d'autant plus sensible que les hêtres manquaient alors entièrement, et que les arbres résineux y étaient très-rares. C'étaient surtout des cyprès. Notre molasse en a fourni quatre, dont le Taxodium dubium était le plus répandu. Ce cyprès est très-voisin du cyprès des marais ou cyprès chauve (Taxodium distichum, Rich.) qui croît à Mexico et au sud des Etats-Unis, et revêtait, comme ce dernier, les lieux bas et marécageux. Le Glyptostrobus Ungeri, ne s'est encore rencontré chez nous qu'au Hohe Rhonen, mais comme il s'y trouve en abondance, et qu'on l'a recueilli dans d'autres

pays, on le découvrira sans doute aussi dans d'autres localités de notre patrie[1]; nous en dirions autant de la Widdringtonia helvetica, de sorte que ces espèces (dont la première a, dans le monde actuel, son représentant le plus voisin en Amérique, la seconde en Chine et la troisième au Cap) occupaient une place importante dans notre terrain molassique, tandis que les pins, si nous en jugeons par leur rareté, devaient être beaucoup plus disséminés.

Citons parmi les arbres les plus abondants les chênes verts, des lauriers, des ormeaux, des érables et des noyers qui se retrouvent dans presque toutes les localités. Le chêne des lignites (Quercus lignitum, Unger) est l'espèce la plus nombreuse, et parmi les lauriers le Daphnogene polymorpha. Ce dernier est si généralement répandu que l'on trouve des feuilles isolées ou des débris de feuilles presque partout où l'on rencontre des végétaux tertiaires, depuis les couches les plus inférieures de la molasse jusqu'aux plus superficielles.

C'est là, sans aucun doute, l'arbre qui prédominait, et qui devait donner au paysage un cachet particulier. Nous en connaissons les fleurs[2], des fruits et des branches garnies de feuilles. Il doit avoir eu beaucoup de rapport avec le camphrier du Japon. Ce dernier est un arbre de belle venue, aux branches touffues et au port étalé. Son feuillage est d'un vert brillant magnifique. Je l'ai vu, au mois de mars, se couvrir dans les jardins de Madère d'abondantes fleurs blanches, petites mais élégantes. Le laurier tertiaire dont nous venons de parler devait ressembler beaucoup à celui-ci.

[1] Il s'est trouvé depuis dans les environs de Lausanne.
(*Note du traducteur.*)

[2] Désignées jadis sous le nom de Prinos Lavateri, A. Br.

Parmi les érables, l'Acer trilobatum, A. Br., avec ses nombreuses variétés était le plus commun, parmi les noyers le Juglans acuminata, A. Br.; parmi les ormeaux, le Planera Ungeri, Ett.

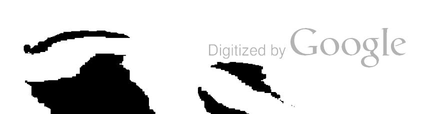
Tandis que ces végétaux peuplaient toute la plaine suisse, il en est d'autres qui ne se trouvent que dans certaines localités, mais cependant en assez grande abondance. Les couches les plus anciennes de notre molasse (Ralligen et les erratiques de Saint-Gall) sont ornées de deux mimosas[1] et de nombreux acacias au feuillage élégant[2]. L'arbre prédominant des forêts du Hohen-Rhonen appartenait à la famille des Malvacées (Dombeyopsis crenata, Ung.). Il était plus abondant que toutes les autres espèces, cependant les liquidambar n'étaient pas rares; on y trouvait en outre un savonier (Sapindus falcifolius) deux espèces de figuiers[3] et une sterculia (Sterc. modesta); l'Eriz avait de nombreux ormeaux, un tulipier (Lyriodendron helveticum, Fischer) et la Terminalia radobojana, Ung., tandis que le tunnel de Lausanne se distingue par deux espèces particulières de peupliers et deux robiniers qui s'y trouvent en abondance.

Je n'ai pas encore parlé d'un végétal qui devait contribuer beaucoup à l'ornement du paysage. Notre pays avait sept espèces de palmiers qui appartiennent à sept genres différents. Les plus nombreux étaient les palmiers en éventail; le seul qui, maintenant, croisse sauvage en Europe, sur les bords de la Méditerranée (le Chamærops humilis, L.) a des fleuilles semblables.

[1] Mimosa Wartmanni et Myrica arguta.

[2] Acacia Sotzkiana, Ung., A. Parschlugiana, Ung., A. cyclosperma, A. microphylla, Ung., et A. Meyrati, Fisch.

[3] Ficus Jynx et Ficus arcinervis, Rossm.



Une de ces espèces tertiaires (Chamærops helvetica, m.) est de fait très-voisine de ce palmier nain d'Europe ; c'est son représentant dans le pays tertiaire. Une autre plus abondante se trouve le long du lac de Genève et au Salève (près de Mornex). Il est entièrement différent du premier, et correspond au palmier sabal d'Amérique (Sabal Adansonii). Ce sabal est extrêmement commun dans les marécages du Mississipi et s'étend jusqu'au 33me degré de latitude nord ; il se trouve aussi dans les vastes marais de la Nouvelle-Géorgie et de la Floride, où il porte le nom de Swamp palm, palmier des marécages. Il est très-probable que notre sabal (Sabal rhapifolia) vivait aussi dans les marais.

Les palmiers à feuilles en lanières sont encore plus intéressants ; trois espèces ornaient le pays tertiaire ; toutes appartiennent à la végétation des tropiques. Une d'entre elles (le Phœnicites spectabilis, Unger) ressemble au palmier piassave (Attalea) du Brésil, dont les fibres sont transportées par grandes quantités en Angleterre, où l'on en fait des brosses et des balais. On en a trouvé au tunnel de Lausanne de grands fragments, qui permettent de supposer que la feuille avait de dix à douze pieds de longueur. Ce palmier ornait aussi le Hohen-Rhonen. Cette localité en possédait encore une autre espèce (Manicaria formosa, m.), voisine du palmier Ubussu (Manicaria saccifera) qui croît sur les rivages humides du fleuve des Amazones, et qu'on regarde comme un des plus beaux palmiers des tropiques.

Les fougères foisonnaient à l'ombre des forêts humides et présentent une surprenante variété de formes. La Lastraea stiriaca, des Pteris à longues feuilles analogues à la Pteris cretica, L. et l'Aspidium Escheri semblent

avoir été généralement assez répandus, tandis que les autres étaient resserrées dans certaines localités; ainsi le magnifique Woodwardia Rœssneriana distingue l'Eriz où elle n'était pas rare; l'élégant Cheilanthes Laharpii et la Lastrea Valdensis, le tunnel de Lausanne; des Lygodium aux formes étranges caractérisent les lignites de Rochette; plusieurs espèces de Pteris et l'Aspidium elongatum le Hohen-Rhonen.

Les taillis de la forêt étaient composés d'une multitude d'arbrisseaux, entre autres de plusieurs espèces de Myrica, d'aulnes, de saules, de sumacs, de cornouillers et d'épines, mais on y trouvait aussi des bumelia, des ceanothus et des palmiers épineux; une plante qui mérite surtout notre intérêt, c'est une hakea (H. exulata) et une dryandria (D. Shrankii) arbrisseaux que l'on ne retrouve maintenant que dans la Nouvelle-Hollande.

C'est une des particularités des forêts des tropiques que les arbres y sont abondamment recouverts de végétaux parasites et enlacés par des plantes grimpantes. Il n'est pas possible de décider si la Bromelia Gaudini, m., plante magnifique qui a été découverte au tunnel de Lausanne, a vécu sur les arbres comme sa congénère la Bromelia Karatas, L. des Antilles; par contre, il est certain que l'Aristolochia Æsculapi, m. et le Smilax grandifolia, Ung. s'élançaient autour des arbres et y suspendaient leurs guirlandes, comme le font les espèces semblables de notre végétation actuelle.

Mais quittons la forêt primitive et transportons-nous sur les rivages d'un petit lac tout pareil à ceux qu'on trouve maintenant au milieu des marécages américains que Lyell nous a décrits dans ses voyages, et dont Lesquereux nous a donné récemment une description si

charmante. « Eh bien, que diriez-vous, écrit-t-il à M. le professeur Desor, en parlant du Dismal Swamp de la Virginie, que diriez-vous d'un immense marais tourbeux à la latitude d'Alger ou de Tunis! que diriez-vous d'un lac formé par enfoncement au milieu de marais, précisément comme le lac d'Etaillère, près de la Brévine! Cet immense marais, vous le savez, est un peu à l'ouest de Norfolk; il s'étend vers le sud-ouest sur une surface immense, couvrant toute l'étendue comprise entre la vraie région des pins et la contrée basse des lagunes. »

« Le sol de tous les marais est absolument tortueux et la végétation est tourbeuse. Le composant essentiel est toujours le sphagnum, qui offre là plusieurs espèces que nous n'avons pas en Europe, avec presque toutes les espèces européennes. Les cannes viennent en second pour la proportion (deux espèces de zizanias). Elles croissent partout à une élévation de huit à douze pieds, et tellement serrées qu'on ne peut les pénétrer qu'avec la hache ou du moins qu'avec d'incroyables efforts. Leur base, quelque serrés que soient ces joncs, est toujours plus ou moins couverte de sphagnum qui, pour peu qu'il trouve une éclaircie, s'étend en tapis luxuriant, tout autant au moins que dans les cédriers du nord. Il y a après cela une foule d'arbustes, surtout des andromédas, un prodigieux fouillis de plantes grimpantes et épineuses, des ronces, des smilax, des vignes, puis par-dessus un dôme d'arbres élevés et de magnifique venue; des tulipiers et des magnolias de cent à cent cinquante pieds de hauteur, des érables, quelques conifères, des genévriers et des pins (Pinus strobus) et au bord du lac, grande abondance d'une belle conifère, le Cyprès chauve des Arméniens (Taxodium disty-

chum) que jusqu'à présent je n'ai pas rencontré ailleurs.

Ce lac est à quinze milles dans l'intérieur du marais. Il n'est abordable qu'en bateau, car à mesure qu'on s'approche des rives, l'eau monte dans la forêt, où, si vous l'aimez mieux, les arbres descendent dans l'eau de sorte qu'il faudrait nager d'arbre en arbre pour arriver à une ouverture. Il y a là des cyprès chauves (Taxodium) dont on ne voit plus que la couronne et d'autres dont le tronc est jusqu'à moitié couvert par l'eau. Une fois sorti des arbres et dans le lac vrai, la vue est admirable, non pas qu'elle soit accidentée en aucune manière, mais précisément par une sublime uniformité de contours, de couleurs qui s'harmonisent admirablement avec un isolement absolu, et par conséquent un silence de mort aussi. Je n'ai pas vu là un seul être vivant si ce n'est le nègre que j'avais trouvé dans la forêt et qui conduisait le bateau. Et l'esquif glissait si doucement sur les eaux noires que, tout occupé que j'étais d'exploration et de sondage, mon cœur était serré de mélancolie, comme si j'eusse erré seul dans une île déserte ou dans un monde à part et nouveau. La profondeur de ce beau lac ne dépasse pas quinze pieds, et partout le fond est couvert d'arbres renversés.»

Tels étaient les petits lacs marécageux du pays tertiaire. Il en existait un, sans aucun doute, dans les environs de la Pandèze actuelle, à trois quarts de lieues de Lausanne. Transportons-nous en esprit sur ses bords. Les feuilles d'un grand nénuphar (Nymphæa Charpentieri, m.) flottent sur ses eaux ; ce végétal diffère entièrement de ceux qui vivent maintenant dans nos lacs et se rapproche des formes américaines, qui sont devenues célèbres sous le nom de Victorias. Des tortues et des crocodiles y

prennent leurs ébats ; on retrouve maintenant dans la boue marneuse qui formait le fond du lac les nombreux débris de ces animaux. Le rivage est bordé de joncs élevés et de graminées, des andromédas, des saules et des érables, s'élèvent du milieu de cette végétation ; de magnifiques fougères étalent sous l'humide ombrage leurs frondes luxuriantes[1], tandis que d'autres[2] d'une forme élégante, s'élancent dans les airs en grimpant autour des troncs d'arbres. Ces formes-là ne se rencontrent maintenant que sous les tropiques.

C'est ainsi que notre pays se trouvait déjà dans ces anciens temps recouvert d'une riche parure. D'après ce que nous savons des habitudes des plantes qui vivent maintenant, et qui sont le plus semblables à celles de cette antique végétation, les collines étaient ombragées par des chênes toujours verts et des lauriers, des érables, des ormeaux et des noyers ; ou revêtues de taillis de hakeas et dryandrias, de bumélies et de casses, d'acacias et d'élégants mimosas ; les bas-fonds marécageux étaient plantés de cyprès et de palmiers des marais, de diverses espèces de liquidambars et de sumacs. C'étaient ici des fouillis d'andromédas, de myrtilles, de myricas et de comptonias, ailleurs de massites, de cypéracées et de longs roseaux. — Les bords des rivières étaient bordés de peupliers, de saules et d'aulnes, de planeras et de sterculias, au-dessus desquels les palmiers à feuilles en lanières balançaient leur majestueuse couronne. Des crocodiles et des tortues se jouaient dans les eaux, et les forêts humides

[1] Lastræa stiriaca et dalmatica.

[2] Lygodium Gaudini, L. Labarpii, L. acrostichoïdes et L. acutangulum, Heer.



offraient un abri aux rhinocéros[1], aux hyotherium[2], aux tapirs[3], et à diverses espèces de cerfs[4].

II

Molasse marine.

Le monde si varié et si riche, auquel la grande vallée comprise entre les Alpes et le Jura servait de théâtre, fut chassé de ces contrées par l'arrivée de la mer. Au lieu de la vie terrestre nous n'avons plus qu'une formation purement marine. Là où s'étendaient autrefois les forêts primitives nagent les requins et les dauphins; de vastes colonies d'huîtres et de peignes de Saint-Jacques, la mulette des pèlerins, se sont établies dans les lieux où tout un monde d'insectes aux mille couleurs bourdonnaient sous le dôme des bois. Les décors du paysage ont changé, la plaine est devenue la proie des flots, et leur ressac ronge maintenant les flancs des Alpes et du Jura. On peut, dans plus d'un endroit, retrouver ces anciens rivages. Les rochers y sont remplis de fragments de coquilles (molasse coquillière) amoncélés précisément comme ceux qu'on trouve au bord de la mer. Bien plus, il existe chez nous, comme sur les falaises de la Méditerranée, des rochers calcaires perforés par des coquilles lithodomes qui y faisaient leur demeure. Je vis l'an passé, près de Délémont, un rocher calcaire percé de cette façon par des coquilles tertiaires, et je me trouvai involontairement transporté en imagination sur les côtes d'Espagne, où

[1] Rh. incisivus, Cuv. et Rh. Goldfussii, Kp.
[2] Hyotherium magnum, Cuv.
[3] Tapirus helveticus, H. v. M., Palæotherium Schinzii, H. v. M.
[4] Palæomeryx Scheuchzeri, medius et minor, H. v. M.

j'avais remarqué près de Cadix un phénomène absolument semblable dans notre monde actuel. Assis sur cette falaise rongée par les Pholades de notre pays, il me semblait entendre le mugissement de la mer, et voir les flots bleus s'étendre jusqu'aux Alpes, que voilait alors une vapeur légère.

Celui qui, pour la première fois, porte ses pas sur les grèves de la mer est agréablement surpris par la quantité d'animaux extraordinaires qui se présentent à ses regards. Il en est de même ici quand nous examinons les formations de la molasse marine. Cependant on n'y rencontre guère que des animaux. Les plantes y sont jusqu'à présent fort rares, et je n'en connais encore que trois espèces[1]. Nous avons plus de données sur les plantes qui ornaient les rivages, et qui furent entraînées et déposées dans certaines localités, sans doute par les ruisseaux des montagnes. J'en connais environ cinquante qui ont été trouvées, quelques-unes à Saint-Gall (in der Steingrube), mais surtout dans le canton de Vaud. La plupart des espèces correspondent à celles de notre molasse, cependant les arbres des bas-fonds marécageux avaient disparu pour la plupart. Nous ne trouvons plus de cyprès, ni de palmiers des marécages, plus de liquidambars, ni de sumacs, mais bien les arbres et les arbrisseaux des collines, ainsi que deux espèces d'ormeaux, des charmes, des chênes à feuilles coriaces, deux eugénias et deux acacias. Ce n'est que près de Saint-Gall que des massetes sembleraient indiquer la présence d'un rivage maritime marécageux. L'arbre le plus abondant était alors le daphnogene, Camphora polymorpha; les bassins des ruisseaux étaient

[1] Cystoseira communis, Ung., Sphœrococcus crispiformis, Stbg., Zosterites marinus, Ung.



remplis des dépouilles de ce laurier, et les rivages de la mer bordés de son feuillage toujours vert.

III

Molasse d'eau douce supérieure.

Les rivières qui descendaient des montagnes et se jetaient dans la mer ont dû y amener du sable et des graviers. Ces matériaux furent répartis sur le fond des océans par les flots sans cesse agités, et donnèrent naissance aux grès marins qui nous fournissent maintenant les meilleures pierres à bâtir. Lorsque l'Océan eut quitté de nouveau ces contrées, le sol se trouva couvert de sable et de limon, et il fallut, sans doute, bien des années avant que la végétation eût revêtu de forêts le sol que la mer avait abandonné. Ce retrait des eaux n'eut probablement pas lieu soudainement, mais par degrés, et il dut y avoir pendant longtemps encore des lagunes et des marais salés. Nous pouvons nous figurer un phénomène analogue à celui qui a lieu maintenant sur une vaste échelle dans la mer du Sud. Les recherches de Darwin ont montré d'une manière assez plausible que les îles de la mer Pacifique ne sont que les sommets des montagnes d'un vaste continent qui, pendant le cours de plusieurs milliers d'années, s'est affaissé graduellement dans le sein des mers, de sorte que maintenant ce ne sont plus que les arêtes et les sommets des monts qui dominent la surface des eaux. Nous savons, en outre, que les côtes maritimes de l'Amérique méridionale et de la Norwége témoignent d'un relèvement constant quoique fort lent. Ces phénomènes peuvent, jusqu'à un certain point, expliquer comment dans des temps comparativement récents, la mer fit irruption dans nos contrées et puis s'en retira pour toujours.

Les rivières qui, après être descendues des montagnes,

arrosaient de nouveau la plaine, changèrent en eau douce l'eau salée des marais, et avec celles-ci disparurent de cette partie de notre continent les derniers vestiges de la population marine qui l'avait habité. La végétation fit reverdir les anciens rivages et changea de caractère suivant la nature du sol; il paraît toutefois que la contrée était encore en bonne partie marécageuse. Les lignites, bien que moins abondants, se montrent encore à diverses hauteurs dans la molasse supérieure; ce sont les restes de ces anciennes tourbières. L'ensemble de la végétation n'a pas changé; les forêts sont encore composées des mêmes arbres que nous avons vus dans la molasse inférieure; ce sont surtout des lauriers, des chênes, des érables et des noyers; les liquidambars et les planeras sont très-répandus: nous y trouvons aussi des saules, des cornouillers, des épines, des myricées et des sumacs qui forment les sous-bois; les roseaux et les graminées conservent en partie les mêmes formes.

Les grands animaux terrestres qui, pendant l'époque marine, s'étaient sans doute réfugiés dans les vallées des montagnes se retrouvent aussi dans ces forêts; ce sont encore des mastodontes gigantesques[1], des rhinocéros[2], et un tapir[3]. En outre différentes espèces de cerfs[4], des cochons[5], et certaines espèces de castors[6] sont venus peupler ces contrées.

[1] Mastodon angustidens, Cuv. et M. Turicensis, H. v. M.
[2] Rhinoceros incisivus, Cuv. et Rhin. Goldfussii, Kaup.
[3] Tapirus helveticus, H. v. M.
[4] Cervus lunatus, H. v. M., Palæomeryx Scheuchzeri, H. v. M., medius, H. v. M. et Brigotherium Escheri, H. v. M.
[5] Hyotherium Sœmmeringii, H. v. M., H. Meissneri, H. v. M.
[6] Chalycomys Jægeri, Kp., Ch. minutus, H. v. M.

On ne saurait méconnaître la grande analogie qu'il y a entre la nature de la molasse inférieure et celle de la molasse supérieure; il est cependant des différences que l'état incomplet de nos connaissances, pour ce qui concerne les plantes et les animaux, ne suffiraient pas à expliquer. Ces différences sont plus apparentes dans les dépôts d'Oeningen, qui sont les plus récents de notre molasse; mais il est d'autres localités un peu plus anciennes, où l'on ne trouve déjà plus les palmiers à feuilles en lanières, qui demandent une température plus élevée que les palmiers à éventail, et l'on n'est pas même certain que ces derniers s'y soient rencontrés. Les acacias et les mimosas à petites feuilles ne s'y retrouvent plus. Il en est de même des protéacées de la Nouvelle-Hollande[1]. Les chênes toujours verts y sont plus rares, tandis que les érables, les saules et les peupliers sont devenus plus abondants. Deux espèces de peupliers sont très-communes[2], et les forêts en sont en majeure partie composées. Une espèce de gleditschia[3] était répandue sur toute la surface du pays, et doit avoir beaucoup contribué à la beauté du paysage par la grâce de son feuillage élégamment découpé. Oeningen fournit, en outre, tout un ensemble de nouveaux ordres et de nouvelles familles (par exemple les Synanthérées) qui rapprochent cette flore de la flore européenne, et nous laissent pressentir la création actuelle.

Si nous venons à jeter un coup d'œil rétrospectif sur la flore de notre molasse, nous serons surpris de voir qu'elle est en majeure partie composée de plantes arborescentes.

[1] Hakea et Dryandria.
[2] Populus ovalis, A. Br. et Populus latior, A. Br.
[3] Podocarpium Knorrii, A. Br.
[4] Coronilla, Medicago, Cercis, Isoetes.

Les trois divisions de notre molasse m'ont fourni 296 espèces d'arbres et d'arbrisseaux; c'est plus que la flore de la Suisse n'en possède actuellement. Celle-ci compte 250 espèces qui forment environ la huitième partie des plantes phanérogames indigènes, tandis que les plantes arborescentes représentent les six septièmes de la flore tertiaire phanérogame. Il est donc probable que notre pays était alors en majeure partie boisé. C'est d'autant plus vraisemblable, que partout où la nature est laissée à elle-même, les forêts reprennent leur empire. Il suffit de citer l'Amérique où, entre l'Orénoque et le fleuve des Amazones, les forêts recouvrent un espace de pays douze fois plus considérable que l'Allemagne. On sait que même dans notre pays, l'homme a dû conquérir petit à petit, par des défrichements, les terrains qu'il voulait gagner à la culture.

Ces faits confirment la supposition que, dans les temps antérieurs à l'apparition de l'homme, le sol était en majeure partie recouvert de forêts. Les couches de charbon (lignites), qui doivent leur naissance à ces forêts tertiaires, et ne pouvaient être produites que par une abondante végétation, et les insectes de cette époque, qui appartiennent principalement aux tribus forestières, sont de nouvelles preuves à l'appui de cette supposition.

Il ne faut cependant pas conclure de ce qui précède que les plantes herbacées qui forment nos pâturages fleuris n'existaient pas. On les retrouve aussi dans les forêts de l'Amérique, mais l'obscurité des bois les porte à s'élever au-dessus des arbres; elles s'y trouvaient déjà, sans doute, il y a mille ans, représentées par toutes les espèces sauvages que nous voyons chez nous, mais le nombre des individus était plus restreint. Plus il y eut de défrichements

et plus la végétation herbacée s'étendit et prit possession du sol, non par l'apparition de nouvelles espèces, mais probablement par l'augmentation du nombre des individus. Les tribus herbacées se font remarquer maintenant par l'abondance des individus, tandis qu'autrefois c'était par la variété des espèces.

Ceci rend assez vraisemblable l'idée que dans l'époque tertiaire les plantes herbacées étaient fort bien représentées et possédaient plus d'espèces que les végétaux arborescents. Cependant, nous ne pouvons pas encore établir cette supposition par des preuves irrécusables. Le peu de consistance des plantes herbacées, et encore mieux le fait qu'elles ne perdent pas leurs feuilles à des époques fixes, doivent être un obstacle à leur conservation comme fossiles. Nous ne sommes cependant pas dépourvus de toute donnée à ce sujet. Celles que nous possédons sont directes et indirectes. Il nous est parvenu plusieurs des espèces qui vivent dans les eaux, des potamogeton, des zosteras, des mousses et même des conferves très-délicates; puis d'autres espèces qui croissaient sur les rivages et pouvaient être aisément entraînées au sein des eaux. On a recueilli de même quelques fragments de plantes des prairies: ce sont des graines qui, ayant été emportées par le vent, sont tombées dans l'eau et se sont pétrifiées avec les feuilles des arbres. Nous connaissons ainsi cinq espèces de synanthérées, quatre ombellifères et une medicago. Nous avons quelques données indirectes sur d'autres espèces. Lorsque nous visitons, le soir, les pâturages fréquentés par le bétail, les airs foisonnent d'insectes qui passent la journée sur les engrais dont ils tirent leur subsistance; le soir, leurs joyeux essaims tourbillonnent dans les airs et inter-

rompent, par le frémissement de leurs ailes, le silence du crépuscule; nous en avons déjà dix espèces d'Oeningen. Il est ensuite une foule de petits animaux qui font la chasse aux insectes dont nous venons de parler, et qui s'en nourrissent; Oeningen en a fourni sept espèces. Voilà tout un ensemble de petits êtres qui est lié à l'existence d'ordres plus élevés et particulièrement à celle des ruminants dont il suppose la présence. Je pouvais donc, il y a déjà plusieurs années, prédire qu'on en trouverait à Oeningen; cette prédiction a été justifiée par la découverte d'une espèce de cerf[1]. Il est probable qu'on en découvrira d'autres espèces, et principalement du genre *bœuf*, car plusieurs des espèces d'insectes qu'on y a trouvés, sont, dans le monde actuel, liés à l'existence du genre de quadrupèdes que je viens de nommer. Ceci est d'autant plus digne de remarque, que ce genre ne s'est encore nulle part trouvé dans la molasse.

De tout ce qui précède, nous sommes portés à conclure qu'il y avait alors déjà des plantes herbacées qui fournissaient aux ruminants la nourriture qui leur convient, mais nous ne sommes point encore renseignés sur ce qu'était cette végétation. Ce sont encore les insectes qui nous fourniront quelques indices. Il en est plusieurs dont l'existence tient à celle de certaines plantes, ce qui nous permet de supposer que ces végétaux devaient être contemporains de ces insectes. Bien que les espèces de l'ancien monde diffèrent de celles qui vivent maintenant, toutefois elles ont avec celles-ci une si grande analogie, qu'il est permis d'en tirer ces conclusions. Dans un précédent ouvrage[2], j'ai annoncé que la présence d'une cigale (*Cicada Emathion*)

[1] Palæomeryx eminens, H. v. M.
[2] Rynchoten der Tertiaerzeit.

laissait supposer l'existence d'une espèce de frêne dans les terrains d'Oeningen, et cependant ce genre n'était pas encore connu dans notre flore tertiaire; tout récemment on en a découvert un fruit fort bien conservé. La découverte du Lixus rugicollis m'a permis de conclure dans le temps[1] que le lac d'Oeningen devait avoir des ombellifères de marais: on en a trouvé trois espèces depuis. La Cassida Hermione et le Glaphyrus antiquus nous permettent d'admettre avec la même certitude l'existence de chardons; la Clytra Pandora celle d'un trèfle, le Pachymerus oblongus nous promet un Echium, le Lygæus tinctus une plante de la famille des Asclépiadées, la Lema vetusta un lys, bien que ces plantes n'aient pas encore paru sur notre horizon géologique.

C'est ainsi que nous pouvons nous convaincre que la végétation herbacée n'a pas fait défaut à ces époques lointaines, bien qu'il ne nous soit pas possible d'indiquer dans quelle proportion elle se trouvait à la végétation arborescente; cependant ceci ne doit s'entendre que des espèces, car, quant aux individus, il n'est pas douteux que les arbres n'aient prédominé. Ce sont eux qui auront donné au paysage le caractère qui le distinguait. Nous en connaissons maintenant un si grand nombre, qu'en publiant ce que nous avons recueilli sur la flore tertiaire, nous pouvons nous flatter de donner une idée de l'aspect qu'avait notre pays dans ces temps reculés.

En voyant une pareille richesse de plantes arborescentes, nous avons déjà présumé que le climat devait être plus chaud qu'il ne l'est actuellement; nous pouvons désormais affirmer la chose d'une façon plus positive. Il est vrai que

[1] Mittheilungen der Zürcher Naturforsch. Ges. 1853, p. 185.



la connaissance des circonstances climatériques est rendue plus difficile par un mélange étonnant de plantes et d'animaux de diverses parties du monde. Ces débris se trouvent dans des circonstances telles qu'ils n'ont pas pu être amenés d'une grande distance, mais ont dû vivre réunis sur un même continent. Cependant, si nous considérons l'ensemble des plantes et des animaux de la molasse inférieure, nous ne pouvons nous empêcher de lui attribuer un climat sous-tropical[1]. Il faut passer à environ 15° plus au sud, pour trouver une nature semblable. Il est remarquable que ce n'est pas l'ancien monde qui nous offre à cette latitude le plus de formes analogues, mais l'Amérique: c'est dans la Nouvelle-Géorgie, la Floride et la Louisiane, ou dans les environs de la Nouvelle-Orléans, pour citer un point connu de tout le monde, qu'il faut se transporter pour trouver le plus grand nombre de formes analogues à celle de notre molasse. Notre flore tertiaire a non-seulement plusieurs genres qui appartiennent exclusivement à l'Amérique, tels sont les Palmiers Sabal, les Taxodium, les Comptonias, etc., mais, en outre, les genres qui sont communs à l'Europe et à l'Amérique ont plus de rapport avec les formes de ce dernier continent qu'avec celles de l'Europe.

[1] Il y a dans l'hémisphère sud des contrées dans lesquelles les plantes des tropiques s'avancent jusque dans la zone tempérée et sur l'Himalaya les palmiers en éventail (Chamærops Khasyana, Griff.) et des herbes arborescentes (Arundinariées) montent jusqu'à la région des pins. C'est pourquoi nous ne pourrons pas donner à notre pays tertiaire un climat entièrement tropical, malgré la présence des palmiers à feuilles pinnées, d'autres plantes des tropiques et d'animaux. Par contre, l'ensemble des plantes et des animaux tertiaires indique avec certitude un climat plus chaud que celui qui est maintenant notre partage.

Cette ressemblance de la nature s'explique assez bien par la réunion d'un climat analogue et celle d'un sol semblable. Nous avons déjà parlé des vastes marécages du sud des Etats-Unis et démontré qu'ils recouvraient une partie de notre pays tertiaire, tandis qu'ils manquent dans l'Europe méridionale et dans le nord de l'Afrique. Le climat devait être semblable, non-seulement pour la température, mais aussi pour l'humidité de l'air. Le sol tourbeux et la végétation luxuriante qui le recouvrait indiquent déjà un climat humide. Il en est de même de l'abondance des champignons, car nous savons qu'il y avait non-seulement des champignons parasites; mais le grand nombre de mouches et de petits scarabées qui vivent uniquement sur ces végétaux, nous prouve qu'il y avait aussi beaucoup de champignons charnus, semblables à ceux qui prospèrent sous l'ombrage humide des forêts.

Il est probable que le climat était plus égal et, par conséquent, plus insulaire qu'il ne l'est maintenant dans les contrées dont nous avons parlé, car les arbres des tropiques qui sont disséminés dans notre pays tertiaire, et le grand nombre d'insectes à métamorphoses incomplètes exigent un hiver moins froid que celui qui est le partage de ces contrées de l'Amérique, tandis que les arbres de l'Europe centrale n'auraient pu supporter un été tout à fait tropical.

Ce climat humide et chaud, plus égal, sous-tropical, que nous pouvons donner à notre pays tertiaire, semble s'être modifié quelque peu pendant cette époque de la création. Nous devons nous souvenir que cette période dut comprendre plusieurs milliers d'années, car on connaît des arbres tertiaires qui, par leur épaisseur et leurs zones de croissance étaient parvenus à un âge de trois mille ans



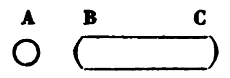
avant d'être ensevelis; ceci nous donne une mesure pour apprécier jusqu'à un certain point la longue durée de cette période de notre terre.

Comme dans la molasse supérieure, le caractère de la nature se rapproche de celui de l'Europe méridionale, il est probable que vers cette époque le climat s'était refroidi quelque peu et ressemblait davantage à celui qui caractérise les contrées que je viens d'indiquer.

De l'induction électrostatique, par M. Melloni.

(*Extrait d'une lettre adressée à M. A. de la Rive.*)

Dans une de mes dernières lettres à M. Faraday j'élevai quelques doutes à l'égard des conséquences que l'on a cru pouvoir déduire jusqu'à présent des expériences qui servent de base au théorème fondamental de l'induction électrostatique. Ces doutes ont passé dans mon esprit à l'état de certitude depuis qu'il m'a été permis de les soumettre à l'épreuve de l'analyse expérimentale, et me voilà aujourd'hui bien convaincu que l'énoncé du théorème susdit doit être essentiellement modifié. Je dirai d'abord ce qui me paraît solidement établi par les faits connus : je présenterai ensuite mes objections et les nouvelles expériences auxquelles ces objections ont donné lieu.



Lorsqu'on approche d'un corps électrisé A un conducteur isolé BC, le principe électrique contraire à celui de A se développe en B, l'homologue en C. En effet, si on

place, d'après les méthodes d'Æpinus, un corps métallique isolé en contact avec l'une ou l'autre extrémité du conducteur, et si on l'approche ensuite d'un électroscope chargé d'une électricité connue, on obtient une action négative pour le contact B et positive pour le contact C lorsque A est électrisé positivement; et l'on a, au contraire, une action positive pour B et négative pour C dans le cas opposé où A est électrisé négativement.

Pour abréger l'expérience et la rendre peut-être encore plus significative, il suffit d'avoir recours à la méthode de Wilke, qui consiste à composer le conducteur BC de deux pièces détachées, que l'on met en contact et que l'on sépare, sans les toucher, sous l'influence électrique, pour les éloigner ensuite de A et les présenter successivement à l'électroscope; car alors on trouve constamment les deux pièces électrisées en sens opposé, l'antérieure possédant toujours l'état électrique contraire à celui de A. Enfin si on ne sépare les deux pièces qu'après l'éloignement de A, on n'y observe plus aucune trace d'électricité, chacune d'elles se montrant alors à l'état naturel; preuve évidente qu'il n'y a eu pendant l'expérience aucune transfusion électrique de A en BC, et que les phénomènes présentés par ce dernier corps proviennent uniquement de l'électricité naturelle de BC troublée dans son état d'équilibre par la présence de A.

Le développement des deux principes électriques dans un conducteur isolé par la simple action d'un corps électrisé, placé à une certaine distance, est donc un fait incontesté et incontestable.

Cependant les preuves expérimentales que je viens de citer *ne démontrent cette vérité qu'*APRÈS *l'action de A et non pas* PENDANT *que cette action est en train de s'exercer, comme on l'admet dans tous les traités de physique.*

Vous pouvez vous convaincre, dit-on, de l'existence réelle des deux électricités en présence du corps, soit en approchant successivement de B et de C le même électroscope électrisé, soit en suspendant le long de BC une série de pendules à fil de lin ; car les signes électroscopiques sont contraires aux deux extrémités du cylindre, et les pendules correspondants se meuvent en sens opposé lorsque vous en approchez un corps chargé d'une électricité connue.

Je réponds que ces expériences ne sont guère concluantes, puisque les appareils employés pour explorer l'état électrique des deux bouts du cylindre sont soumis eux-mêmes à l'influence de A, et subissent en B une perturbation électrique bien autrement intense que celle qu'ils éprouvent en C. Ne serait-il pas possible que le changement des actions attractives et répulsives, ou *vice versâ*, dérivât simplement de cette perturbation électrique de l'*analyseur* et non pas de la qualité différente des électricités qui dominent en B et en C?

Pour résoudre la question il faudrait donc trouver le moyen de soustraire les instruments à l'action perturbatrice du corps inducteur. Or, ceci ne présente aucune difficulté. Prenez une lame métallique et fixez-la verticalement dans le voisinage du conducteur de la machine électrique, après l'avoir mise en communication avec le sol. Approchez du côté opposé une petite balle de moelle de sureau suspendue à un long fil de lin; et vous pourrez tourner tant qu'il vous plaira le plateau de la machine sans que le petit pendule dévie le moins du monde de la direction verticale. Les choses ne se passent pas tout à fait de même lorsque le pendule est isolé et électrisé : car alors celui-ci éprouve une certaine

tendance à se rapprocher de la lame; mais cette tendance dérive uniquement d'une *réaction* développée par l'électricité du pendule, et n'a rien à faire avec la force électrique provenant de l'autre côté de la lame, comme on peut s'en convaincre, soit en supprimant l'électricité du conducteur, soit en lui communiquant successivement les deux principes électriques, car dans l'un et l'autre cas l'inclinaison du pendule ne subit pas la moindre variation. Au reste, l'attraction *de réaction* que la lame métallique en communication avec le sol exerce sur le pendule électrisé diminue rapidement, comme toutes les forces de ce genre, lorsque la distance augmente; en sorte qu'elle devient sensiblement nulle à un fort petit éloignement de la lame.

Maintenant, si on tient d'une main un électroscope chargé d'une électricité connue, et de l'autre une lame métallique, et que l'on approche l'instrument tantôt de B et tantôt de C, en le préservant soigneusement de l'influence de A au moyen de la lame maintenue à une certaine distance, on voit les extrémités du cylindre BC *exercer toutes les deux la même espèce d'action électrique sur l'instrument*, C étant toutefois doué d'une action plus puissante que B.

Autrement, si l'on attache le long du cylindre BC la série connue des pendules accouplés, et si on les soustrait à l'induction directe de A par des lames métalliques convenablement placées, une baguette électrisée de verre transportée successivement au-dessus de chaque couple, normalement à l'axe de BC et soigneusement abritée de l'action de A par une lame métallique qui communique avec le sol, *augmente ou diminue toutes les divergences des couples*, selon que A est électrisé positivement ou négativement. On peut même faire cette expérience d'une ma-

nière beaucoup plus frappante, en disposant la baguette parallèlement à l'axe du cylindre; car alors *toutes les divergences subissent en même temps la même phase d'augmentation ou de diminution*, ce qui dissipe, D'UN SEUL COUP DE BAGUETTE, les illusions que nous nous étions formées à l'égard des tensions électriques contraires développées sur les parties antérieure et postérieure du corps soumis à l'induction.

En variant la forme de ce dernier corps, on peut, enfin, rendre l'expérience indépendante des écrans qui servent à préserver les instruments d'analyse de l'action directe de A.

A B C

Imaginons, en effet, que l'on ôte toute la partie cylindrique de BC, moins une bande supérieure assez forte pour soutenir les surfaces hémisphériques placées à ses extrémités; supposons ces surfaces terminées intérieurement par un plan muni d'un léger pendule à fil de lin. L'appareil étant isolé et fixé à une certaine distance de la machine électrique en activité, on voit les deux pendules s'écarter simultanément des surfaces planes correspondantes, l'antérieur moins que le postérieur, mais *tous les deux en vertu de l'électricité positive*, comme cela résulte évidemment de leur répulsion commune sous l'action électrique de la baguette de verre portée successivement en B et en C. La même répulsion s'obtient lorsqu'on remplace l'hémisphère antérieur B par un disque très-mince, ce qui prouve l'existence de l'électricité positive jusque tout près de la surface tournée vers A. Il va sans dire que, si A est électrisé négativement, le sens électrique des apparences observées se renverse, et que l'électricité négative

est la seule sensible dans les diverses parties de l'appareil.

Ainsi *le cylindre* BC *soumis à l'induction de* A *ne développe, à l'état de tension apparente, que la seule électricité homologue à celle du corps inducteur. L'électricité contraire est complétement dissimulée, et ne devient sensible qu'après la séparation et l'isolement des parties antérieures de* BC *et la suppression de la force inductive.*

On pourrait croire, au premier abord, que l'existence de l'électricité homologue à celle du corps inducteur dans la partie antérieure du corps induit est en contradiction formelle avec les expériences de Coulomb et des autres physiciens qui ont trouvé cette partie électrisée en sens contraire. Mais la contradiction n'est qu'apparente et s'explique naturellement par les deux phases opposées de tension insensible ou sensible que prend successivement sur le *plan d'épreuve* une des deux espèces d'électricité. En effet, supposons, pour fixer les idées, que A soit positif et que le point antérieur du cylindre BC, touché avec le plan d'épreuve possède une seule unité d'électricité sensible et quatre d'électricité dissimulée, qui, dans ce cas, sera négative. Au moment du contact, le plan d'épreuve sera électrisé positivement, puisque la seule unité électropositive possède l'état de tension apparente. Mais lorsque ce plan, chargé de + 1 d'électricité sensible et de — 4 d'électricité dissimulée, s'éloigne de A pour subir l'essai de la balance de torsion, la dernière espèce d'électricité acquiert, elle aussi, l'état de tension, neutralise la positive et reste en excès de trois unités. Si le point touché possédait trois unités d'électricité dissimulée et deux de sensible, le plan d'épreuve, positif pendant le contact de BC et la présence du corps A, accuserait sur la balance de torsion une quantité d'électricité négative égale à une seule unité.

Enfin le plan d'épreuve serait encore positif au moment du contact avec BC, mais ne donnerait plus à la balance de torsion aucun signe d'électricité apparente si le point touché possédait des proportions égales du principe électrique sensible et du principe électrique dissimulé.—Il est inutile de s'occuper des points placés au delà de cette limite, parce qu'on ne trouve plus alors dans les deux cas que la seule tension électro-positive.

Tout se réduit, comme on le voit, à une lutte plus ou moins inégale des deux électricités qui donnent, tantôt un résultat, et tantôt un autre, selon qu'elles se trouvent dans un état de développement semblable ou dissemblable.

Ainsi, la dénomination de *point neutre* adoptée par Coulomb pour signifier la partie du corps induit où les deux principes électriques possèdent la même intensité, n'est pas, au fond, inexacte. Je crois, cependant, qu'elle doit être rejetée, parce qu'elle tend à donner une idée fausse de la distribution de l'électricité sensible pendant le phénomène de l'induction : car alors le point en question ne se trouve pas à l'état naturel et manifeste, au contraire, comme nous venons de le voir, une certaine tension électrique, de même espèce que celle du corps inducteur.

Il n'y a pas de doute que la principale cause de l'erreur où nous étions tous tombés jusqu'à ce jour, n'ait été l'apparence trompeuse présentée par les pendules accouplés le long du cylindre métallique soumis à l'induction. En voyant les divergences de ces pendules plus fortes vers les deux bouts que dans la partie centrale du cylindre, et trouvant, d'un autre côté, que les extrémités de ce même cylindre donnaient des électricités différentes, lorsqu'on les séparait, à l'état d'isolement, sous l'action de la force inductrice, on était naturellement porté à en déduire que les di-

vergences extrêmes n'étaient pas produites par le même principe.

Maintenant, si vous me demandez la cause de cette singulière disposition de l'électricité sensible dans le cylindre soumis à l'induction, je répondrai franchement que je ne saurais encore la formuler d'une manière bien nette. Cependant l'explication qui me paraît la plus plausible, c'est que l'électricité homologue à celle du corps inducteur, une fois développée dans le corps induit, tend à s'y répandre d'après les lois connues de la distribution électrique; et nous savons que dans un cylindre la tension est toujours moindre à la partie centrale qu'aux extrémités. C'est vrai que l'électricité rencontre à l'extrémité voisine du corps conducteur une force de répulsion plus puissante qu'à l'autre bout : aussi y a-t-il de ce côté un phénomène perturbateur que l'on supprime, je ne sais trop pourquoi, dans tous les traités de physique. Les doubles pendules s'inclinent vers A malgré l'électricité homologue sensible dont ils sont pourvus; comme cela arrive toujours lorsqu'on met un corps mobile faiblement électrisé en présence d'un corps fixe doué d'une forte dose de la même espèce d'électricité : et l'inclinaison des fils qui soutiennent les deux balles de sureau attachées à chaque couple dérivant de la même force attractive, produit naturellement entre les deux pendules une augmentation de divergence.

Mais, en revenant à la nouvelle forme sous laquelle je crois indispensable d'énoncer le théorème fondamental de l'induction électrostatique, il est facile de voir qu'elle ne complique pas inutilement l'explication des faits qui en dépendent; bien au contraire, elle tend à les présenter tous sous un point de vue unique et invariable, le seul qui soit réellement rationnel et conforme à l'observation.

Ainsi, par exemple, si les deux électricités induites se trouvaient contemporanément existantes à l'état de tension dans notre cylindre horizontal muni de pendules, comme on l'a supposé jusqu'à présent, *elles devraient aussi exister dans le même état sur la partie métallique verticale et isolée d'un électroscope mis en présence d'un corps électrisé.* Or, pourquoi, en touchant la garniture supérieure de l'appareil et soustrayant ensuite l'instrument à l'action de la force inductrice, le trouvons-nous électrisé en sens contraire? Evidemment parce que *la seule électricité homologue était, sous l'action du corps inducteur*, *douée de tension et mobile*, *tandis que l'autre était privée de tension et de mobilité.* Dans le premier cas on faisait donc une supposition totalement différente de celle qu'il fallait adopter pour l'explication du second. Cette contradiction manifeste n'existe plus dans le nouvel énoncé des phénomènes électriques développés par influence, où l'état différent des deux électricités que l'on imaginait pour se rendre compte de la charge inductrice des électroscopes est admis comme un fait démontré directement par l'expérience.

On pourrait citer aisément d'autres exemples. On pourrait montrer, surtout, comment l'énonciation exacte des états où se trouvent les deux principes électriques d'un corps isolé sous l'action de la force inductrice, permet de concevoir leur développement sans avoir recours au transport de ces deux principes de l'une à l'autre extrémité du corps induit; ce qui serait conforme aux doctrines générales déjà avancées par M. Faraday, et aux dernières expériences de M. Latimer Clark, qui ont donné l'égalité de vitesse pour des courants électriques de tensions très-différentes [1]. Mais les faits positifs sur lesquels je désire ap-

[1] Ces expériences ont été faites, d'après les instances de M. Fa-

peler votre attention exigent que nous nous abstenions pour le moment des idées hypothétiques [1].

Moratta de Portici, le 10 juillet 1854.

raday et les miennes, sur une ligne de 768 milles des conducteurs souterrains qui vont de Londres à Manchester.

Les courants électriques dérivaient d'électromoteurs voltaïques composés d'un nombre de couples qui variait entre 31 et 500. En voyant ces courants se propager avec la même vitesse, on ne peut s'empêcher de les comparer aux ondes de différentes longueurs excitées dans l'air par les vibrations des corps sonores, et de renoncer, par conséquent, à l'idée du transport électrique de l'une à l'autre extrémité du conducteur, en vertu d'une tendance au mouvement qui devrait évidemment augmenter avec la tension du courant électrique.

[1] Il y a longtemps que j'avais été frappé de ce qu'il y avait de peu satisfaisant et d'arbitraire dans la distinction établie entre les phénomènes de l'électricité par influence et ceux de l'électricité dissimulée. J'avais même indiqué dans le premier volume de mon Traité d'Electricité que cette distinction est tout à fait illusoire. Il y a plus ; j'avais toujours été frappé de la manière très-dissemblable dont les deux électricités contraires se comportent aux deux extrémités du cylindre induit, et de la difficulté de percevoir nettement l'électricité développée à l'extrémité la plus rapprochée du corps électrisé. Les expériences de M. Melloni me semblent rendre compte d'une manière très-satisfaisante de ces anomalies en démontrant directement que l'électricité contraire à celle du corps électrisé est toujours plus ou moins dissimulée, ce qui doit être, puisque dès que l'électricité du corps A est assez forte pour décomposer l'électricité naturelle de B C, elle doit l'être assez pour dissimuler celle des électricités induites qui est de nom contraire à la sienne. Quant à l'électricité induite de même nom, elle affecte sur le conducteur B C une distribution qui dépend à la fois de la forme de ce conducteur et de la distance du corps électrisé A ; mais il faut toujours que la somme de cette électricité et celle de nom contraire en grande partie dissimulée, prise chacune avec leur signe, soit égale à zéro. (A. D. L. R.)



SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU VERRE CHAUD,

par M. le professeur Buff [1].

On sait que le verre fortement chauffé prend la propriété de conduire l'électricité. Cet effet, quoiqu'il ait été souvent observé, n'a pas été étudié d'une manière particulière depuis Cavendish. J'ai fait récemment sur ce sujet un grand nombre d'observations, dont quelques-unes sont entièrement nouvelles, et qui me paraissent mériter d'être publiées.

Les différentes espèces de verre présentent, comme tout le monde le sait, de grandes différences relativement à leur pouvoir isolant. Un de mes auditeurs, M. Matthieson, de Londres, m'a montré une espèce de verre qui ne pouvait recevoir aucune charge, lorsqu'il était recouvert des deux côtés par une feuille d'étain. Les deux électricités traversaient le verre et se réunissaient, lors même que leur tension était très-faible. L'analyse chimique a montré que c'était un verre à base de soude presque complétement exempt de potasse.

Dans mes expériences, j'ai employé pour la plupart du temps des vases de verre d'une petite épaisseur, qui avaient la forme de tubes d'essais de chimie. Ce verre, quoique assez fusible, était un bon isolant aux températures ordinaires, quand il était sec. Pour déterminer la limite à laquelle il perdait cette propriété, on a pris un tube de 39 centimètres de longueur, de 2 centimètres de dia-

[1] Extrait du Mémoire de M. Buff. (*Ann. der Chem. und Pharm.*, tome XC, p. 257), traduit du *Philos. Magaz.*, juillet 1854.

mètre exterieur, et de $0^{mm},7$ d'épaisseur, et on l'a rempli d'eau à une hauteur de 6 cent. environ. Dans l'eau plongeait un fil de platine mis en communication avec le conducteur d'une petite machine électrique chargé d'électricité positive. Lorsque la température était modérée, on n'observait pas de diminution du pouvoir isolant; mais lorsqu'on amenait le tube à 40 ou 50° C., en touchant la surface extérieure du verre avec l'extrémité du fil d'un galvanomètre multiplicateur très-sensible, dont l'autre extrémité était en communication avec le sol, on pouvait observer une déviation de l'aiguille astatique de l'instrument. Quand la température du liquide s'approchait de son point d'ébullition, la flamme qui entourait le tube commençait à vaciller, et elle était repoussée par la surface du verre. Quand on déchargeait la surface, le vacillement cessait, et en même temps l'électromètre-pendule placé sur le conducteur de la machine, retombait au zéro, quoique la machine fût maintenue en activité. L'électricité traversait donc le verre avec facilité. En approchant un conducteur, on obtenait des étincelles. Une pile de douze éléments de Bunsen n'avait pas une force suffisante pour développer un courant au travers du verre chauffé à 100°.

Pour obtenir une température plus élevée, on enleva l'eau et on la remplaça par du mercure. En le chauffant jusqu'à son point d'ébullition, le verre devint tellement bon conducteur, qu'en approchant un conducteur on pouvait en tirer des étincelles d'un pouce de long; la flamme isolée de la lampe à alcool était en même temps chassée de côté par l'effet de la répulsion. A une température de 220 ou 230° C., il suffisait de toucher le verre avec un fil de platine pour décharger instantanément le conduc-



teur de la machine. Le courant d'un seul élément de Bunsen était sensiblement transmis, tandis que, à un pouce au-dessus de la portion chauffée du tube, le verre conservait sa faculté isolante.

On plaça alors le même tube, partiellement rempli de mercure, dans un autre tube plus large, contenant aussi du mercure, de sorte que le niveau du liquide était le même à l'intérieur et à l'extérieur. On se proposait de multiplier ainsi les points de contact de la surface extérieure du verre avec un corps bon conducteur. Le mercure intérieur était encore en communication avec le conducteur de la machine électrisé positivement. Le mercure extérieur communiquait avec l'extrémité du fil d'une boussole des tangentes dont l'autre extrémité était reliée au conducteur négatif de la machine ainsi qu'au sol. Le réservoir d'un thermomètre était plongé dans le mercure intérieur. A la température initiale (16 °C.), ces deux armatures mercurielles pouvaient recevoir de fortes charges comme une bouteille de Leyde. Néanmoins, une portion de l'électricité paraissait traverser le verre; en effet, le galvanomètre, qui d'abord déviait sous l'action du courant d'électricité qui s'accumulait par influence, ne revenait pas à sa position d'équilibre pendant que l'on tournait la machine le plus régulièrement possible. La déviation augmentait quand on élevait la température, tandis que le phénomène de la charge diminuait visiblement. A 80° C., l'aiguille s'arrêtait à 30°; à 120° C., à 7°, et finalement à 200° C. elle s'arrêtait à 7°,5. On ne réussissait pas à produire une plus grande déviation en chauffant davantage le mercure. En enlevant le verre du circuit et en mettant le fil du galvanomètre en contact direct avec le conducteur de la machine, la déviation de l'aiguille atteignait

aussi 7°,5. On voit donc que l'électricité presque en totalité pouvait traverser le verre à des températures supérieures à 100°. La force nécessaire pour vaincre la résistance du verre, c'est-à-dire la tension sur la surface des conducteurs, n'était évidemment pas la même aux différentes températures. Quand le thermomètre était à 100°, on pouvait tirer des étincelles de 3^{mm} de longueur du conducteur de la machine, lorsqu'on en approchait une petite sphère métallique. A des températures supérieures à 120° on n'obtenait plus d'étincelles. A 180°, un électromètre à feuilles d'or très-sensible indiquait à peine une charge perceptible sans condensateur, et quand le mercure approchait de son point d'ébullition, le même électromètre ne pouvait plus être chargé, même en employant le condensateur. Ces faits s'accordent parfaitement avec la diminution de la résistance du verre qui accompagne l'élévation de température. Cette facile conductibilité du verre permettait de mesurer la résistance correspondant à chaque état particulier de température. On a employé dans ce but l'appareil qui vient d'être décrit. L'extrémité fermée du tube de verre que l'on avait choisi pour les expériences, était presque exactement sphérique; la hauteur de la colonne de mercure intérieure, après l'introduction du thermomètre, était soigneusement mesurée, et avant de commencer l'expérience on mettait le liquide exactement au même niveau à l'intérieur et à l'extérieur. On maintenait le petit tube dans la position convenable, au moyen d'un bouchon qui l'embrassait et le fixait dans le tube extérieur.

On plaçait l'appareil, bien isolé, au-dessus de la cheminée d'une lampe d'Argant qui produisait le réchauffement. La chaleur développée par cette lampe, dont la mè-



che pouvait être réglée très-facilement par une crémaillère, était suffisante pour élever la température du mercure jusqu'à l'ébullition, et, en même temps, on pouvait plus facilement obtenir une basse température que par le moyen d'une lampe à alcool.

Le mercure était pur, sec, et on l'avait fait bouillir dans l'appareil, afin d'établir le contact le plus parfait possible avec la surface du verre. Les communications étaient établies, comme précédemment, par des fils de platine qui plongeaient dans le mercure.

Cet appareil était introduit, ainsi qu'une boussole des tangentes très-sensible, dans le circuit d'un seul élément de Daniell. Le courant, lorsqu'il traversait la boussole seule, produisait une déviation de 79°.

On avait observé dans quelques expériences préliminaires, que pendant le passage au travers du verre, l'aiguille du galvanomètre éprouvait seulement une déviation temporaire, et qu'elle commençait bientôt à se rapprocher du zéro, exactement comme cela a lieu quand on introduit un liquide entre deux lames de platine, dans un circuit produit par une force électromotrice faible. Dans le dernier cas, cet effet est la conséquence de la polarisation électrique, c'est-à-dire d'une force électrique opposée qui se développe graduellement. Evidemment, l'appareil de verre avait aussi reçu une charge qui agissait en sens opposé de la force électromotrice du circuit : quand l'élément voltaïque était enlevé et les armatures mises en communication directe par un fil, on obtenait une déviation passagère en sens opposé de la première. Afin d'éviter autant que possible ces influences perturbatrices, nous avons dû nous borner à la mesure de la première impulsion de l'aiguille. Mais comme pendant cette période même la force con-

traire commençait à se développer, bien qu'à un très-faible degré, on prenait la précaution de faire passer le courant d'abord de l'intérieur du verre à l'extérieur, et ensuite dans la direction opposée ; on prenait la moyenne de ces deux observations. La différence s'élevait, dans certains cas, à quelques dixièmes de degré seulement ; mais elle atteignait 1°,5 et même 2° quand les déviations étaient très-considérables. Quand les deux observations présentaient une différence plus grande, l'expérience était rejetée.

On a reconnu ensuite, dans une série particulière d'expériences, qu'en multipliant par le facteur 0,74 les déviations produites par la première impulsion, on obtenait avec une exactitude suffisante, quand elles ne dépassaient pas 40°, les valeurs des déviations stables correspondantes.

On a calculé la résistance du verre à différentes températures, au moyen des déviations obtenues de cette manière et des équations suivantes, déduites de la loi de Ohm :

$$r \operatorname{tang} 79^\circ = k \quad \text{et} \quad (L + r) \operatorname{tang} \beta = k.$$

L exprime la résistance cherchée, r la résistance de la spirale du multiplicateur, qui est tellement considérable, que la résistance d'un ou même de plusieurs éléments de Daniell est comparativement négligeable ; β est la déviation permanente de l'aiguille, et k la force d'un élément de Daniell. De ces équations nous tirons :

$$L = r \frac{\operatorname{tang} 79^\circ - \operatorname{tang} \beta}{\operatorname{tang} \beta}$$



Les observations et les résistances qui en sont déduites sont contenues dans le tableau suivant :

Température du mercure dans le tube.	Déviation initiale α	Déviation permanente $\beta = 0,74\ \alpha$.	L
244° à 245	1,8	1,33	215,2. r
255	3,3	2,44	119,7. r
269 à 270	6,2	4,59	63,1. r
283	12,0	8,88	31,9. r
293 à 294	17,65	13,06	21,2. r
296	19,15	14,15	19,4. r
297	19,85	14,69	18,6. r
300	21,8	16,13	16,8. r
318	23,95	17,72	15,1. r
320 à 323	25,0	18,5	14,4. r
345 à 350	31,8	23,53	10,8. r

Les nombres de la dernière colonne montrent le rapport dans lequel la résistance diminue. Si l'on prend ces nombres pour ordonnées et pour abscisses les températures croissant en progression arithmétique, on trouve que la courbe ainsi formée commence par s'abaisser rapidement et s'approche de l'axe des abscisses comme une asymptote. On a calculé par interpolation, d'après le tableau ci-dessus, les nombres suivants; naturellement, ceux qui sont en dehors des limites des observations, doivent être considérés seulement comme approximatifs.

Température du verre en degrés centigrades.	Résistance.
200°	2582,0. r
250	158,3. r
300	16,8. r
350	11,8. r
400	8,4. r

Polarisation électrique du verre.

On a déjà vu que le verre, quand ses deux côtés sont baignés par du mercure, et lorsqu'il a transmis un courant électrique pendant quelque temps, présente une force électromotrice indépendante qui agit en sens opposé au courant, et dont on peut reconnaître l'existence avec le galvanomètre comme avec l'électromètre à feuilles d'or. Il était naturel de considérer ce phénomène comme une sorte de charge semblable à celle d'un condensateur. Cette manière de voir s'accorde avec le fait que l'effet disparait bientôt quand on relie les deux armatures de mercure par un bon conducteur. Cependant, un examen plus complet du sujet ne paraît pas justifier cette présomption.

Quand les deux armatures d'un appareil de condensation sont mises en communication avec une batterie voltaïque, on sait qu'un contact très-court est suffisant pour obtenir la charge maximum, et que cette charge est à peu près proportionnelle à la puissance de la pile. Les armatures du verre se comportent exactement de la même manière, tant que la température est basse; mais, aux températures élevées, on observe des différences remarquables, comme les expériences suivantes le feront voir.

Les armatures de mercure furent mises en communication, l'une avec le pôle positif, l'autre avec le pôle négatif d'une pile de Bunsen de trois éléments. A la température de 16° C. on obtint une charge qui produisit une divergence d'un pouce de l'électromètre à feuilles d'or, après que l'on eût enlevé la pile. Cela correspondait au maximum d'action des trois éléments. A une température de 50°, cette divergence s'élevait dans les mêmes circonstances à quatre lignes; à 100°, seulement à une ligne, et



à 300°, elle tombait à moins d'une demi-ligne, quoique l'on pût encore reconnaître distinctement un petit mouvement. Malgré cette grande diminution dans l'intensité de la charge quand le verre était chauffé, un contact court avec les pôles de la pile ne suffisait pas pour produire la charge maximum; pour y parvenir, il fallait, au contraire, que le contact durât plusieurs minutes. Une fois atteinte, cette tension était beaucoup plus persistante que celle que l'on obtenait aux températures ordinaires, par un contact très-court. Elle était suffisante pour dévier l'aiguille de la boussole des tangentes, quand on mettait les armatures en communication avec les extrémités de la spirale de l'instrument, après avoir enlevé la pile. On remarquait ainsi une déviation croissante avec la température du verre, et cependant la tension aurait dû diminuer aux températures élevées. Aux températures ordinaires, où la tension était la plus grande, il n'y avait aucune action produite sur l'aiguille.

Le décroissement de l'intensité de la charge et l'accroissement simultané de la quantité d'électricité qui se dégage de la surface du verre est tout à fait inconciliable avec l'idée d'une charge semblable à celle d'une bouteille de Leyde, c'est-à-dire à une condensation d'électricité sur les surfaces opposées du verre. Cet effet est une conséquence naturelle et nécessaire de la supposition que le verre, amolli par la chaleur, prend une polarité, c'est-à-dire subit une altération chimique à sa surface, comme un liquide dans les mêmes circonstances.

Quand le mercure en contact avec les deux côtés du verre avait atteint son point d'ébullition, on pouvait obtenir une polarisation suffisante pour produire une déviation de 50 ou 60°. Une pile de trois éléments de Bunsen pou-

vait produire cet effet, mais on y arrivait beaucoup plus rapidement en employant une batterie plus puissante.

Quand la polarisation est fortement développée, elle est très-persistante, et, suivant toute probabilité, le changement dont elle dépend pénètre à quelque profondeur dans le verre. L'expérience suivante le fera voir: On a laissé refroidir le tube de verre qui s'était polarisé quand le mercure était à son point d'ébullition; on a enlevé le mercure; les surfaces internes et externes ont été nettoyées à l'acide nitrique, lavées à l'eau distillée, et séchées sur la flamme d'une lampe à alcool. Ensuite on a replacé le mercure comme auparavant, et on l'a chauffé à son point d'ébullition. En réunissant les armatures par le fil du galvanomètre, on a obtenu une déviation de 30° dans la même direction que celle qui était produite par la polarisation primitive, l'aiguille marchant ensuite lentement vers le zéro de l'appareil.

Batteries électriques dans lesquelles le verre joue le rôle de conducteur humide.

Quand on dissolvait une certaine quantité de zinc dans le mercure du tube ou dans la masse extérieure, le courant électrique prenait une direction déterminée, l'électricité positive partant du mercure pur (pour passer au travers du fil conducteur?). C'est ce que l'on pouvait montrer avec l'électroscope ainsi qu'avec le galvanomètre. On obtenait un élément plus puissant quand le tube contenait du mercure ou un amalgame liquide de zinc, et qu'il était entouré de peroxyde de manganèse ou de charbon de bois pulvérisé fortement pressé. Le mercure ou l'amalgame communiquait l'électricité négative au condensateur et le peroxyde ou le charbon l'électricité positive. Le courant passait, par

conséquent, de l'amalgame au peroxyde au travers du verre, et, de là, dans le fil de communication, exactement comme si le verre eût été remplacé par de l'eau. La tension était considérablement augmentée quand on chauffait l'appareil, et l'on a trouvé qu'une disposition de ce genre était susceptible d'acquérir une polarisation analogue à celle qui a été déjà décrite.

On peut aussi, sans difficulté, construire des piles dans lesquelles le conducteur liquide est remplacé par du verre. Dans ce but, on plaça les uns au-dessus des autres et dans le même ordre, des disques de laiton doré, des disques de zinc décapé et des plaques minces de verre. On attacha des fils de platine au premier disque, et à celui qui couvrait la dixième plaque de verre ; la pile ainsi formée avait seulement quatre centimètres de haut. Les plaques furent pressées les unes contre les autres, de manière à pouvoir être soumises au courant d'air chaud d'une lampe d'Argant. Au bout d'un certain temps, aux températures ordinaires, cette petite pile pouvait être chargée de manière à pouvoir produire une divergence de quatre lignes à l'électromètre à feuilles d'or. Quand les disques étaient chauffés, un contact de quelques secondes produisait une divergence de quatorze lignes au moins. Une pile de cette nature, que l'on a construite en 1853, et que l'on a souvent employée, n'avait rien perdu de sa force électromotrice primitive au bout de cinq mois.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

48. — De la faculté conductrice de la flamme par l'électricité, par Buff. (*Ann. der Chemie und Pharm.*, tome XC, 1er cahier.)

Après avoir décrit un galvanomètre multiplicateur à long fil, muni d'une aiguille astatique et très-sensible pour les courants plus ou moins intermittents, qui se meuvent dans des conducteurs imparfaits tels que l'air, M. Buff s'occupe plus particulièrement d'étudier, au moyen de cet instrument, la faculté conductrice des flammes.

Une flamme d'esprit-de-vin était mise en communication avec l'une des extrémités du galvanomètre, tandis que l'autre extrémité aboutissait à une plaque de plomb enfoncée dans le sol. Placé à deux mètres de distance du conducteur d'une machine électrique en mouvement, l'influence de cette flamme faisait dévier le galvanomètre de 2° seulement, mais cette déviation était portée à 81°, lorsqu'on plaçait sur le conducteur de la machine un moulinet électrique dont les pointes dispersaient plus rapidement l'électricité dans l'air. Un seul tour du plateau suffisait pour faire dévier l'aiguille de 4°, et cette déviation avait encore lieu quand on plaçait la flamme à trois mètres de distance du conducteur.

Placée à une distance d'un mètre du conducteur muni du moulinet, la flamme d'esprit-de-vin, lorsqu'elle était isolée, se fléchissait dans sa partie supérieure, comme si elle était repoussée par le conducteur. Si, au contraire, elle était en communication avec le sol par un fil de platine, elle était attirée dans sa partie supérieure par le conducteur, et, en même temps, elle brûlait avec moins de vivacité. Si le fil de platine inséré dans la flamme était mis en communication avec le sol par l'intermédiaire du fil du galvanomètre, un

tour du disque était suffisant pour opérer sur l'aiguille de l'instrument une déviation de 20°. En plaçant un tube de verre autour de la flamme, de manière à gêner sa libre communication avec l'air extérieur, on réduisait immédiatement la déviation à 1°, quoiqu'on eût cependant activé par là la vivacité de la flamme.

Après avoir rappelé les travaux de Riess sur ce sujet, M. Buff cherche à se faire une idée un peu plus précise du rôle de la flamme dans la conductibilité électrique. Suivant lui, la différence essentielle qui existe entre elle et un conducteur solide, quant à la faculté de disperser dans l'air l'électricité que l'un et l'autre possèdent, tient à la parfaite mobilité de ses parties, jointe à leur conductibilité. Il en résulte qu'il n'est pas nécessaire, comme pour un conducteur solide, même terminé en pointe, que l'électricité ait atteint un certain degré de tension pour qu'elle se disperse. En effet, quelque faiblement qu'elles soient électrisées, les parties constitutives de la surface de la flamme doivent, par l'effet de leur répulsion mutuelle, s'éloigner les unes des autres et la disperser dans l'air ambiant. Quoiqu'elle agisse également comme une pointe d'une extrême finesse, elle possède la propriété de transmettre son électricité rapidement à l'air, d'une manière complétement indépendante de sa forme, les gaz qui s'en échappent se comportant à cet égard exactement comme les vapeurs qui s'élèvent de l'eau électrisée.

L'électricité de nature contraire à celle de la flamme électrisée, développée par influence dans les conducteurs qui en sont rapprochés, favorise, par l'attraction qui en résulte, le mouvement des parties de la flamme, et hâte, par conséquent, la réunion des deux électricités.

C'est ainsi que l'électricité dispersée dans l'air que renferment des espaces fermés, disparaît bientôt sous l'influence des conducteurs non isolés qui sont placés au milieu de cet air. C'est également ainsi que des conducteurs isolés peuvent être chargés en peu de temps d'une électricité libre de même nature que celle de la flamme.

Quand la flamme communique avec le sol et qu'il y a dans son voisinage un conducteur chargé d'électricité positive, l'électricité

négative est attirée à la surface de la flamme, d'où elle se disperse dans l'air et va neutraliser la positive du conducteur, en même temps que la positive de la flamme est chassée dans le sol, en produisant un courant continu si le conducteur isolé est entretenu constamment dans un état électrique. Cela revient au même que si l'électricité de ce conducteur avait été transmise immédiatement au sol par la flamme.

Le charbon incandescent se conduit comme la flamme, parce qu'il s'en détache de petites particules conductrices, mais les métaux incandescents jouissent à un beaucoup moindre degré de cette propriété, parce que les particules d'air ne prennent que difficilement, en venant en contact avec eux, la température nécessaire pour devenir bonnes conductrices.

---

49. — Nouvelles recherches sur les impressions colorées produites lors de l'action chimique de la lumière, par M. E. Becquerel. Extrait par l'auteur. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 3 juillet 1854.)

L'action chimique de la lumière m'a permis, comme on le sait, de rendre sensibles les effets électriques produits lors des réactions qui s'opèrent sous l'influence du rayonnement lumineux[1]. D'un autre côté, il y a plus de six ans[2], j'ai été conduit à l'observation de ce fait, qu'il est possible de préparer une surface chimiquement impressionnable à la lumière, de façon qu'elle se colore précisément de la teinte des rayons lumineux qui la frappent. La matière sensible qui possède cette propriété remarquable est un chlorure d'argent que l'on peut appeler le chlorure violet, ayant moins de chlore que le chlorure blanc, et se présentant en général mélangé avec ce dernier.

Le chlorure d'argent dont il s'agit pouvant être mis dans des conditions telles, qu'il ne soit affecté qu'entre les limites de réfran-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, tome IX, p. 257, et tome XXXII, p. 176.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, tome XXVI, p. 181 (févr. 1848).

gibilité des rayons perceptibles à l'organe de la vision, il était important d'étudier attentivement de quelle manière il se comporterait dans l'appareil que j'ai nommé *actinomètre électro-chimique ;* quels seraient les effets résultant de l'action des différents rayons lumineux dont on ferait varier l'intensité dans des limites déterminées ; et, enfin, s'il serait possible d'établir une méthode photométrique fondée sur des principes différents de ceux qui sont habituellement en usage. Dans le Mémoire cité plus haut (*Ann. de Chimie et de Physique*, tome XXXII, p. 176), j'ai déjà commencé cette étude, mais j'ai été amené à reconnaître la nécessité d'examiner de nouveau les différentes circonstances qui accompagnent la préparation de la matière sensible, et les modifications que produisent la chaleur et la lumière avant que les rayons lumineux lui impriment leur couleur ; tel est le but du travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Dans les publications précédentes, j'ai fait connaître différents moyens à l'aide desquels on peut obtenir des surfaces enduites de chlorure d'argent violet donnant des impressions colorées [1], mais celui qui donne les meilleurs effets consiste à décomposer rapidement, par un courant électrique, une dissolution d'acide chlorhydrique dans l'eau, et à faire arriver le chlore sur une lame d'argent placée au pôle positif de la pile. On rend ce procédé d'une application facile et certaine, en déterminant, dans chaque circonstance et à chaque instant, la quantité de chlore qui se transporte sur la lame d'argent. On interpose à cet effet, dans le circuit voltaïque, un voltamètre à eau, de sorte que le courant qui décompose l'acide chlorhydrique et transporte le chlore sur l'argent, décompose également l'eau acidulée ; les décompositions électro-chimiques ayant lieu en proportions définies, il se porte autant de chlore en volume sur la lame d'argent, qu'il se dégage de gaz hydrogène dans l'éprouvette placée au-dessus de l'électrode négative du voltamètre. On garantit le verso de la lame à l'aide d'un vernis, afin que le chlore ne se porte que d'un seul côté.

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* tome XXII, p. 451, et tome XXV, p. 447.



La proportion de chlore nécessaire pour les expériences varie dans les limites suivantes :

Volume de chlore à la pression ordinaire par décimètre carré de surface.	ÉPAISSEUR DE LA COUCHE SENSIBLE.	
	D'après l'ordre des teintes des lames minces.	En supposant la pesanteur spécifique du chlorure d'argent égale à 5,27.
cent. cub. 2,80	Commencement de la couche du deuxième ordre..........	mm 0,00068
de 3,80 à 3,90	Couche du troisième ordre..	de 0,00092 à 0,00095
de 6,50 à 6,90	Couche du quatrième ordre donnant de belles reproductions colorées du spectre lumineux	de 0,00158 à 0,00168

Dans le mémoire se trouvent toutes les indications relatives aux différentes circonstances de la préparation des lames impressionnables, circonstances qui ne doivent pas être négligées.

En employant une couche plus épaisse que celles qui précèdent, les résultats obtenus ne seraient pas aussi satisfaisants. On doit donc opérer entre les limites de 4 et 7 centimètres cubes de chlore à la pression ordinaire par décimètre carré de surface d'argent ; mais, dans ces conditions, plus la couche est mince, plus la substance est impressionnable, mais moins les nuances obtenues sont belles.

Si l'on projette sur une surface impressionnable ainsi préparée un spectre lumineux, on ne tarde pas à avoir une impression qui commence dans le jaune et l'orangé, c'est-à-dire dans les parties les plus lumineuses de l'image prismatique, et s'étend jusqu'aux extrémités rouges et violettes. Cette impression, ainsi que je l'ai déjà démontré dans un mémoire précédent, reproduit les différentes nuances colorées du spectre. Mais les nuances, quoique très-vives, sont assez foncées, et du côté du rouge, entre les lignes B et A et au delà de A, l'impression tourne au violet et fonce rapidement.

Quand la préparation a été faite en suivant les indications données dans le travail, on ne voit aucune impression se reproduire en dehors du violet; et, sauf la coloration noire du côté du rouge, l'image ne s'étend pas beaucoup au delà des limites A et H, et occupe la même étendue que le spectre visible.

Si des rayons lumineux mélangés viennent frapper la surface sensible, ils laissent, comme les rayons du spectre, une empreinte colorée de même nuance que celle qu'ils possèdent.

Mais cette même substance, lorsqu'elle est soumise à l'influence de la chaleur ou de la lumière avant l'action des rayons lumineux, conduit à des résultats remarquables dont il va être question.

L'action de la chaleur modifie profondément le chlorure d'argent violet. Une élévation de température de 100 à 150 degrés fait changer la teinte de la lame préparée sans lui faire perdre de traces de chlore, mais en même temps elle change le mode d'action des différents rayons lumineux; la lumière diffuse ou la lumière solaire directe agit en blanc, au lieu de donner une impression de teinte grise, et en outre les nuances colorées sont claires au lieu d'être sombres comme avant le recuit. Mais ce qui est remarquable, c'est qu'en maintenant la température entre 30 et 35 degrés pendant plusieurs jours, on atteint le même but et avec de bien meilleurs résultats. Les teintes jaunes et vertes qui, lors de l'action du spectre lumineux sur une plaque recuite à haute température, ne se reproduisaient pas avec netteté, paraissent dans ces conditions; en outre, la matière sensible est plus rapidement impressionnable. Ainsi on peut utiliser les plaques préparées de cette manière pour les reproductions des images colorées de la chambre obscure.

On ne peut attribuer à une action chimique l'effet produit sur le chlorure d'argent par une différence de température aussi faible, mais soutenue pendant plusieurs jours. Il se manifeste probablement dans cette circonstance une modification de l'état physique de la substance impressionnable. Ce serait alors un effet du même genre que celui qui a lieu lors de la formation du phosphore rouge.

L'action exercée par les rayons les moins réfrangibles de la lu-

mière est également fort curieuse, car elle conduit à un résultat analogue à celui que l'on obtient en prolongeant l'élévation de température des lames. Il semble donc que dans l'un et l'autre cas il se produit des effets moléculaires du même ordre. Le spectre lumineux agit de la manière suivante sur le chlorure d'argent modifié par les rayons rouges extrêmes. L'action commence comme précédemment dans l'orangé, le jaune et le vert, puis s'étend peu à peu vers le violet et vers le rouge. Toutes les teintes correspondantes aux couleurs du spectre sont claires comme si les plaques étaient recuites, mais l'impression prismatique est beaucoup plus belle, et même le vert, le jaune et l'orangé ont des nuances plus vives qu'avant l'action des rayons rouges extrêmes. Ainsi, à l'avantage que possède le chlorure modifié par les rayons les moins réfrangibles, sur celui qui a subi le recuit, de donner un fond noir sur lequel viennent se peindre les différentes nuances prismatiques, se joint celui de conserver parfaitement les teintes vertes et jaunes. Du côté du rouge, l'image du spectre ne donne une teinte brillante que jusqu'en B ; à partir de cette limite, la teinte noire qui se serait produite étant celle qui domine sur toute la surface, aucun effet n'a lieu dans les premiers instants. Cependant, si primitivement le chlorure n'a séjourné que pendant un temps insuffisant sous l'action des rayons rouges extrêmes, le spectre solaire donne encore une impression foncée au delà de B et de A.

On obtient sur la matière ainsi modifiée par la chaleur ou par la lumière de très-belles reproductions colorées du spectre lumineux. Les figures des anneaux colorés et celles que donnent les lames cristallisées traversées par la lumière polarisée sont également bien représentées avec leurs nuances. On peut aussi reproduire les images de la chambre noire qui se trouvent, pour ainsi dire, peintes par la lumière ; mais ces reproductions, quoique ayant des nuances plus vives que celles que j'avais obtenues il y a plusieurs années, n'ont jusqu'ici qu'un intérêt purement scientifique, et l'on ne peut songer, quant à présent, à une application, puisque les impressions ne se conservent que dans l'obscurité. Je n'ai pas encore pu arrêter l'action ultérieure de la lumière diffuse qui détruit



peu à peu les images ; ce n'est, pour ainsi dire, que dans un état de passage que la matière impressionnable a la propriété de reproduire les couleurs.

On peut juger, du reste, des effets que l'on peut obtenir d'après quelques épreuves que je mets sous les yeux de l'Académie. Les différentes précautions à prendre pour leur production sont indiquées dans le mémoire.

On voit donc que la substance impressionnable dont la méthode de préparation est indiquée dans ce travail, permet d'obtenir non-seulement des effets de coloration très-remarquables, mais encore des résultats parfaitement comparables lors de son emploi pour observer les effets électriques dus à l'action chimique de la lumière. Je compte traiter ce sujet dans une nouvelle communication.

---

50. — SUR LA PRÉPARATION DU CHROME ET DE QUELQUES AUTRES MÉTAUX PAR VOIE GALVANIQUE, par M. BUNSEN. (*Pogg. Ann.*, 1854, nº 4.)

Obligé d'interrompre pour d'autres travaux mes recherches sur l'électricité, j'ai cependant poussé assez loin l'étude de la force analytique des courants, pour en abandonner la continuation à mes élèves.

La cause qui exerce la plus grande influence sur les actions chimiques est la *densité* du courant, c'est-à-dire la force du courant, divisée par la surface de l'électrode vers lequel s'effectue l'électrolyse. La faculté de surmonter les affinités que possède le courant s'accroît avec sa densité. Si, par exemple, on fait passer un courant constant au travers d'une dissolution de chloride de chrome, suivant la dimension de l'électrode, on obtiendra de l'hydrogène, de l'oxyde de chrome, de l'oxydule de chrome ou du chrome métallique.

La masse relative des particules de l'électrolyte que traverse le courant a aussi une influence importante : si, sans changer ni la force du courant ni la surface du pôle, on augmente peu à peu la proportion du chloride de chrome en dissolution, on atteint bientôt



un point où le chrome métallique commence à se déposer avec l'oxydule de chrome, et enfin le métal apparaît seul.

Comme unité de densité, je prends le courant d'une intensité absolue 1, réparti sur un millimètre carré. Pour un courant dont J représente l'intensité absolue et O la section transversale du pôle en millimètres carrés ; la densité D sera exprimée par

$$D = \frac{J}{O} \quad (1)$$

On obtient J au moyen de la boussole de Weber par la formule :

$$J = \frac{R\,T}{2\,\pi} \text{ tang. } \varphi$$

où R désigne en millimètres le rayon de l'anneau de la boussole, φ la déviation de l'aiguille et T la composante horizontale de la force magnétique terrestre, d'après M. Gauss. Dans cette expression, T étant variable avec le temps et le lieu, doit être déterminé d'une manière particulière. On y arrive simplement et exactement par la décomposition électro-chimique de l'eau. Si une quantité d'eau exprimée par A est décomposée en t secondes et si l'on nomme α l'équivalent électro-chimique de l'eau ou la quantité d'eau décomposée par l'unité de courant d'après M. Gauss, on aura, conformément à la loi de Faraday :

$$J = \frac{A}{\alpha\,t} \quad (3)$$

En combinant cette équation avec l'équation 2 on obtient :

$$T = \frac{2\,\pi\,A}{\alpha\,t\,R.\text{ tang. }\varphi}$$

Pour décomposer l'eau dans ce cas, je me sers d'un petit ballon de verre muni de lames de platine qui y sont scellées à la lampe, et d'un tube desséchant à acide sulfurique adapté au col du ballon. Une tubulure latérale permet de chasser par un courant d'air le gaz détonant qui influerait sur la pesée. Ce petit appareil rempli d'eau est introduit dans le circuit, ainsi qu'une boussole des tangentes ; lorsque l'aiguille a pris son équilibre, on l'y fixe. Puis on chasse le gaz détonant de l'appareil, on le pèse exactement, on le replace dans

le circuit et l'on dégage l'aiguille. On note les temps t et t' et les déviations φ et φ'. La perte de poids de l'appareil, rempli de nouveau d'air sec, donne le poids de l'eau décomposée dans les temps observés t, t' et pour les déviations φ, φ'.

Pour éviter la formation d'eau oxygénée qui se manifeste ordinairement pendant la décomposition de l'eau, et qui rendrait cette méthode inexacte, j'emploie de l'eau faiblement acidulée, et je maintiens l'appareil dans un bain d'eau à 60° C., au moyen d'une lampe dont on peut régler la mèche à volonté. Ce bain d'eau joue en même temps le rôle de rhéostat, par ce qu'il suffit d'en élever ou d'en abaisser la température pour augmenter ou affaiblir le courant.

On peut éviter l'erreur qui provient de l'action de présence des lames de platine, en amalgamant ces lames et en les chauffant ensuite de manière à volatiliser complétement le mercure. Mais il est encore plus simple de séparer les gaz par un diaphragme placé dans l'appareil.

Pour obtenir un courant assez dense pour surmonter les affinités les plus puissantes, j'emploie pour pôle positif la surface intérieure d'un creuset de charbon rempli d'acide chlorhydrique, placé dans un autre creuset en porcelaine et chauffé au bain-marie. Le liquide que l'on doit décomposer est placé dans un petit vase poreux au centre du creuset; on y plonge une lame étroite de platine qui forme le pôle positif. Le courant qui rayonne de toute la surface du creuset acquiert une grande densité en arrivant à la lame de platine. Au moyen de cette disposition, le chrome, le manganèse et beaucoup d'autres métaux sont facilement réduits de leurs dissolutions aqueuses. Ainsi l'on obtient aisément des plaques de chrome métallique de plus de 50^{mm} carrés, au moyen d'une dissolution de chlorure de chrome renfermant du chloride de chrome; la surface extérieure de ce dépôt est rugueuse, mais la surface qui touche le pôle est parfaitement polie et présente l'éclat métallique. Le chrome, que l'on ne peut obtenir chimiquement pur que par ce procédé, est en apparence parfaitement semblable au fer; mais il se conserve plus longtemps sans altération à l'air humide. Lorsqu'on le chauffe à

l'air, il brûle et se change en oxyde de chrome. L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendu le dissolvent difficilement, et il se forme un sel de protoxyde avec dégagement d'hydrogène. La pesanteur spécifique est de $^1/_7$ environ plus élevée que celle indiquée dans les traités de chimie ; elle correspond presque exactement à la valeur déduite du volume des atomes du groupe magnésien. La densité du courant dans une de ces expériences de réduction se déduit des éléments suivants :

$$R = 201^{mm},0 \quad T = 1,870 \quad \varphi = 42°,15' \quad O = 811^{mm} \text{ carrés.}$$

$$D = \frac{RT}{2\pi O} \text{ tang.} \varphi = 0,067.$$

Donc on a pu réduire le chrome de la dissolution de son chlorure, chauffée à la température de l'ébullition, avec un courant dont l'intensité absolue était de 0,067 par millimètre carré de surface de l'électrode positif. Mais comme rigoureusement le calcul s'applique seulement au cas où l'un des pôles a une surface sphérique concave et l'autre une surface sphérique convexe plus petite, concentrique avec la première, le nombre 0,067 ne donne que la valeur moyenne de la densité du courant ; cela explique en même temps un fait que l'on observe dans cette expérience, c'est que la réduction ne se fait pas uniformément sur la surface du pôle, mais qu'elle est plus abondante sur les bords.

Si l'on diminue peu à peu la densité du courant, la réduction du métal cesse et elle est remplacée par un dépôt abondant d'oxydule de chrome anhydre. C'est la seule manière d'obtenir ce produit en grande quantité ; on le purifie en le traitant à chaud par l'eau régale. On obtient alors une poudre noire, amorphe, insoluble dans tous les acides ; elle brûle plus vivement que de l'amadou, en produisant de l'oxyde vert de chrome. Sa composition oscille entre :

$$2\,(Cr\,O)\,Cr^2O^3 \text{ et } 3\,(CrO.)\,Cr^2\,O^3.$$

Le chlorure de manganèse se comporte d'une manière tout à fait analogue au chlorure de chrome. On peut obtenir le manganèse métallique en lamelle de plus de 100^{mm} carrés, à surface rugueuse d'un côté et brillante de l'autré ; elles s'oxydent presque aussi faci-



lement que du calcium à l'air humide. En diminuant la densité du courant, on obtient de l'oxyde manganoso-manganique, soluble dans l'acide chlorhydrique et donnant lieu ainsi à une liqueur foncée brun-noir; elle donne un précipité brun-noir par la potasse, et se transforme en chlorure par l'ébullition.

Sans entrer dans plus de détails sur les autres réductions que l'on peut effectuer de cette manière, je ferai observer encore qu'il serait d'un grand intérêt d'étudier la manière dont se comporterait le métal réduit provenant d'un sel vert ou d'un sel violet de chrome, afin de voir si l'on reconnaîtrait aussi une différence allotropique dans le métal.

Si, à la place d'une lame de platine, on substitue un fil de platine amalgamé, on augmente la densité, et sa valeur peut atteindre et même dépasser l'unité. On peut alors réduire le baryum, le calcium, en employant des dissolutions concentrées de chlorure de baryum et de chlorure de calcium, en y ajoutant de l'acide chlorhydrique et en chauffant à l'ébullition.

Dans la dissolution de chlorure de calcium, le fil se couvre d'une couche grise de calcium qui peut facilement se détacher et qui contient très-peu de mercure. Mis en présence de l'eau ou de l'air humide, cet amalgame de calcium produit de la chaux avec dégagement d'hydrogène. Lorsqu'on le chauffe, il brûle avec un vif éclat. La réduction de calcium est cependant difficile, car, au bout de quelques minutes, le pôle se recouvre d'une croûte de chaux qui interrompt le courant. Aussi, pour obtenir une quantité notable, il faut fréquemment détacher la croûte de chaux, après l'avoir séchée rapidement, et amalgamer de nouveau. On peut ainsi préparer une quantité de métal suffisante pour une expérience de cours.

La réduction du baryum offre beaucoup moins de difficultés. On peut obtenir aisément un gramme d'amalgame en employant une bouillie acidulée de chlorure de baryum à 100°. Cet amalgame est solide, blanc d'argent à texture cristalline. A l'air humide, il se réchauffe considérablement et il se forme un dépôt de baryte hydratée. Si on le place dans une nacelle de charbon, dans un courant d'hydrogène, le mercure distille et le baryum reste sous la forme

d'une masse poreuse, boursoufflée, dont les cavités présentent souvent une surface polie douée de l'éclat métallique, et blanche comme l'argent.

Si l'on cherche à réduire le baryum, le strontium ou le calcium, d'après la méthode que j'ai indiquée pour le magnésium, la force du courant devient bientôt tout à fait nulle, sans qu'il soit possible de retrouver des traces de métal dans les interstices du pôle de charbon ou dans la masse refroidie du chlorure. Cette interruption provient probablement du dépôt d'une couche d'oxyde isolant qui se forme aux dépens de l'eau que le chlorure retient encore d'une manière persistante, même après qu'il a été fondu à une température rouge; on reconnaît en effet qu'un fil de fer plongé dans la masse liquide incandescente y développe toujours de l'hydrogène. L'interruption du courant provient aussi d'une couche de silicium qui est extrait de la silice du creuset. Si l'on emploie l'étain fondu comme pôle de réduction, il se présente des difficultés semblables, quoique l'on obtienne facilement un alliage d'étain contenant 8 à 12 pour 100 de calcium.

Je me propose de continuer ces expériences sur d'autres chlorures métalliques.

---

51. — Aperçu des recherches relatives aux effets des courants électriques dans des conducteurs inégalement échauffés et a d'autres points d'électricité, par M. le professeur William Thomson. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 10 juillet 1854.)

Des considérations théoriques (communiquées en décembre 1851 à la Société Royale d'Edimbourg), appuyées sur des observations relatives aux lois des forces thermo-électriques qui se développent dans un circuit formé par deux métaux inégalement chauffés, m'ont amené à conclure qu'un courant électrique doit exercer sur la température un effet convectif dans un conducteur homogène métallique dont les diverses parties sont maintenues à des températures inégales. J'ai fait une application particulière de

mes raisonnements au cas d'un circuit formé par du cuivre et du fer, et je vais le rapporter ici pour jeter du jour sur les principes de mécanique sur lesquels le raisonnement général est fondé.

M. Becquerel a découvert que si, dans un circuit formé par du cuivre et du fer, l'une des soudures est maintenue à la température ordinaire, et que la température de l'autre soudure soit élevée graduellement, il s'établit en ce dernier point un courant du cuivre au fer, et que son intensité va en croissant à mesure que la température augmente, pourvu que celle-ci reste au-dessous d'environ 300 degrés centigrades; le courant devient de plus en plus faible quand la température dépasse cette limite : il s'arrête complétement à un certain moment pour reparaître en sens contraire quand on arrive au rouge vif. Beaucoup d'expérimentateurs ont déclaré qu'il leur a été impossible de vérifier cette découverte singulière ; mais la description que M. Becquerel donne de ses expériences ne laisse aucun fondement aux doutes que quelques-uns d'entre eux ont cru pouvoir élever sur ces conclusions, et l'on peut en conclure que, malgré son caractère extraordinaire et inattendu, cette inversion thermo-électrique entre le fer et le cuivre n'est pas un fait exceptionnel, mais un phénomène qu'on peut s'attendre à voir se produire entre deux métaux quelconques, pourvu qu'on les essaie dans un intervalle de température suffisamment étendu. M. Regnault a vérifié jusqu'à un certain point la conclusion de M. Becquerel, puisqu'il a trouvé que l'intensité du courant dans un circuit formé par du fil de cuivre et du fil de fer n'augmente pas sensiblement avec la température au delà de 240 degrés centigrades, et commence à diminuer quand on dépasse de beaucoup cette limite; mais l'inversion observée par M. Becquerel est nécessaire pour montrer que la diminution de l'intensité du courant est due à un affaiblissement réel de la force électromotrice, et non pas seulement à l'accroissement de résistance qu'on sait résulter de l'élévation de température.

Il suit de la découverte de M. Becquerel que, pour des températures inférieures à une certaine limite (que, pour des échantillons particuliers de fil de cuivre et de fil de fer, j'ai trouvé de 280

degrés centigrades au moyen d'expériences que je rapporterai plus loin), le cuivre est négatif par rapport au fer dans la série thermo-électrique ; il est positif, au contraire, pour des températures plus élevées, et à la température limite ces deux métaux sont thermo-électriquement neutres l'un par rapport à l'autre. Il en résulte, d'après la théorie mécanique générale des courants à laquelle j'ai fait allusion plus haut, que l'électricité, en passant du cuivre au fer, produit une absorption ou un développement de chaleur suivant que la température des métaux est inférieure ou supérieure au point de neutralité, mais qu'à ce point il n'y a ni absorption ni développement (conclusion que j'ai déjà vérifiée en partie par l'expérience). Ainsi si, dans un circuit formé par du cuivre et du fer, une des soudures est maintenue à 280 degrés, qui est la température de la neutralité, et l'autre à une température inférieure, il s'établira un courant thermo-électrique du cuivre au fer par la soudure chaude, du fer au cuivre par la soudure froide : ce courant produit un développement de chaleur en ce dernier point, et pourrait servir à élever des poids si on l'employait à mettre en mouvement une machine électro-magnétique ; mais il ne détermine aucune absorption de chaleur au point de jonction le plus échauffé. Il faut donc qu'il y ait une absorption de chaleur en quelque autre point du circuit, et dans l'un ou l'autre des métaux considérés isolément ; et la chaleur absorbée ainsi doit être égale à celle qui est développée à la soudure froide, augmentée de la quantité de chaleur qui répond aux effets mécaniques produits en d'autres points du circuit. Les points où cette absorption peut se produire sont seulement ceux où les températures des métaux considérés isolément ne sont pas uniformes, puisque l'effet thermique d'un courant dans un conducteur homogène uniformément échauffé est toujours un développement de chaleur. Il faut donc en conclure que l'absorption de chaleur est causée par le passage du courant du froid au chaud dans le cuivre et du chaud au froid dans le fer. Quand on force un courant à traverser un circuit à l'encontre de la force thermo-électrique, le même raisonnement fait voir qu'il

se produit un développement de chaleur, et la quantité ainsi développée est égale à celle qui serait alors absorbée à la soudure froide, augmentée de celle qui répond à l'énergie dépensée par les agents (chimiques et autres) servant à transmettre la force électromotrice. L'effet thermique inverse total, qui se produit comme nous l'avons démontré, dans les portions inégalement échauffées des métaux, peut être attribué en totalité à l'un d'eux seulement; ou, ce qui semble plus naturel, peut être considéré comme la somme ou la différence de deux effets partiels. En adoptant, pour fixer les idées, cette dernière supposition, sans toutefois exclure la première comme impossible, nous pouvons affirmer, ou bien qu'il y a absorption de chaleur par suite du passage du courant du chaud au froid dans le cuivre, et développement de chaleur, quoique à un moindre degré, dans le fer qui complète le circuit; ou bien qu'il y a absorption de chaleur par suite du passage du froid au chaud dans le fer, et développement de chaleur à un degré moindre dans le cuivre; ou enfin qu'il y a absorption de chaleur dans les deux métaux : dans chacun de ces cas, l'effet inverse se produit quand on change le sens du courant. Cet effet inverse dans un seul métal, dont les diverses parties sont inégalement échauffées, pourrait être nommé une convection de chaleur ; et pour éviter toutes les circonlocutions, nous dirons que l'électricité vitrée porte avec elle de la chaleur, ou que la chaleur spécifique de cette électricité est positive quand cette convection se produit dans la direction nominale du courant; la même chose s'appliquant à l'électricité résineuse quand la convection est contraire à cette direction nominale. On est conduit ainsi à admettre la vérité de l'une ou de l'autre des trois hypothèses suivantes :

L'électricité vitrée porte avec elle de la chaleur dans un conducteur cuivre ou fer inégalement échauffé, plus dans le cuivre que dans le fer;

Ou l'électricité résineuse porte avec elle de la chaleur dans un conducteur cuivre ou fer inégalement échauffé, mais plus dans le fer que dans le cuivre ;

Ou enfin l'électricité vitrée porte avec elle de la chaleur dans un

conducteur en cuivre et l'électricité résineuse dans un conducteur en fer inégalement échauffés.

Aussitôt après avoir communiqué cette théorie à la Société royale d'Edimbourg, je me suis mis à l'œuvre pour rechercher par l'expérience laquelle de ces trois hypothèses était la vraie ; les seules données thermo-électriques que possède la théorie ne me permettaient pas, en effet, de faire un choix parmi elles. Mon esprit donnait une légère préférence à la première sur la seconde, parce qu'à la suite de Francklin on attribue généralement un sens positif à l'électricité vitrée, et je répugnais à accorder quelque probabilité à la troisième. Mes recherches ont été continuées presque sans interruption pendant plus de deux années, grâce à la persévérance de mon aide intelligent, M. Mac Farlane, qui a construit pour moi les appareils les plus variés, et m'a assisté dans la conduite de mes expériences. M. Robert Davidson, M. Charles-A. Smith et d'autres amis, m'ont aussi prêté le concours le plus utile pendant une grande partie du temps que j'ai consacré aux investigations dont je présente aujourd'hui le résultat.

Jusqu'à ces derniers temps, les expériences que j'ai entreprises sur des conducteurs, tant en cuivre qu'en fer, malgré leur nombre et leur variété, ne m'ont donné que des résultats négatifs ; mais mes anticipations théoriques étaient d'une telle nature, que, bien que l'expérience se refusât à en démontrer l'évidence, ma confiance en leur vérité ne put être ébranlée par cet insuccès. Il y a environ quatre mois, je réussis enfin, à l'aide de nouveaux appareils, à démontrer que *l'électricité résineuse porte avec elle de la chaleur dans un conducteur inégalement échauffé.*

Un appareil semblable et d'une égale sensibilité ne me fournit aucun résultat pour le cuivre. On aurait donc pu s'attendre à trouver la vérité dans la seconde hypothèse ; mais pour établir cette vérité avec certitude, j'ai toujours continué depuis mes essais, et fait presque chaque semaine une expérience sur le cuivre avec des appareils de plus en plus sensibles. J'ai pu enfin réussir dans deux expériences à établir avec certitude, que *l'électricité vitrée porte avec elle de la chaleur dans un conducteur en cuivre inégalement échauffé.*

C'est donc la troisième hypothèse qui se trouve être la vraie : conclusion à laquelle je ne m'attendais nullement, je dois l'avouer.

---

52. — ANODES SOLUBLES INTRODUITS DANS L'APPAREIL SIMPLE, PILE A COURANT CONSTANT, par M. l'abbé LABORDE. (*Cosmos*, 5me volume, 3me livraison, page 62.)

On connaît les avantages que présente l'anode soluble dans les opérations de la galvanoplastie. Jusqu'à présent, on n'a pu l'employer qu'en dehors de la pile, et le plus souvent à la suite de plusieurs éléments réunis. J'ai trouvé le moyen de l'introduire dans l'appareil simple, et cette disposition m'a paru si utile dans la pratique, que je crois devoir en donner la description. On introduit dans un bocal en verre une feuille de zinc courbée en cercle, et qui s'applique sur le contour intérieur du vase. La surface du zinc qui touche au verre est recouverte d'un vernis pour éviter une action inutile ; l'intérieur est amalgamé. On place ensuite au milieu un vase en cuivre de dimensions telles que le contour soit séparé du zinc par une distance de 3 ou 4 centimètres ; on verse dans cet espace de l'eau acidulée, et l'on remplit le vase de cuivre d'une solution saturée de sulfate de cuivre ; une lame d'argent ou de tout autre métal moins oxydable que le zinc est plongée dans cette solution et mise en contact par un fil métallique avec le zinc. La lame d'argent se couvre alors d'une couche de cuivre dont l'épaisseur augmente graduellement, sans que la solution s'appauvrisse ; car le vase de cuivre est attaqué lui-même, et l'entretient toujours au même degré de concentration ; il oppose en même temps un obstacle invincible au mélange des deux liquides. J'évite à dessein de prononcer le mot diaphragme, car un diaphragme poreux, placé entre les deux liquides, n'interrompt pas leur électrolisation, qui continue dans l'épaisseur même du diaphragme ; ici, au contraire, cette action est interrompue : de l'hydrogène tend à se dégager sur le côté du cuivre qui fait face au zinc ; il prend au métal l'électricité négative, et l'électricité positive, devenue libre, chemine ou plutôt dirige son action vers la lame d'argent, en sorte que le cuivre joue

le rôle d'un métal négatif vis-à-vis du zinc, et celui d'un métal positif vis-à-vis de l'argent ou de tout autre métal plongé dans la solution, et moins oxydable que le zinc. Le cuivre ne se laisse sans doute traverser librement que par la minime quantité d'électricité due à la conductibilité physique des liquides. L'interposition d'un écran métallique diminue, il est vrai, la force du courant initial, ainsi que M. de la Rive l'a démontré depuis longtemps; mais en galvanoplastie, on ne se propose pas de conserver toute leur force à des courants électriques dont il faut bien souvent, au contraire, modérer l'action ; l'essentiel est d'obtenir un dépôt métallique régulier.

Le cuivre peut être remplacé par une autre anode soluble et en mettant à sa place une timbale d'argent remplie d'un liquide argentifère; le métal qu'on y plonge, après l'avoir mis en contact avec le zinc, se couvre d'argent, et le vase fournit à la solution l'argent qu'elle perd.

Pour la clarté des explications, j'ai dû supposer les dispositions les plus simples ; mais il est évident que la force du courant diminuera promptement, si on laisse plonger le cuivre et le zinc dans le même liquide, sans interposer aucun diaphragme ; or, toute pile dans laquelle les forces électriques ne se soutiennent pas longtemps, n'est plus acceptable en pratique. Voici donc, en définitive, la construction que j'ai adoptée : on verse de l'eau pure dans le vase qui contient le zinc, puis on y plonge un diaphragme cylindrique en porcelaine dégourdie dans lequel on a mis de l'acide sulfurique étendu de deux fois son volume d'eau ; on introduit dans ce diaphragme le vase en cuivre contenant la solution saturée de sulfate, et, dans cette solution, une lame métallique, que l'on met en communication avec le zinc par un fil conducteur. Un courant très-énergique se manifeste aussitôt et se soutient à peu près constant pendant plusieurs jours. Ce courant ne provient pas seulement du zinc qui plonge dans l'eau pure, mais aussi de l'action que l'acide sulfurique exerce sur l'eau à travers le diaphragme, action dans laquelle l'acide sulfurique prend l'électricité positive, et l'eau l'électricité négative, en sorte que cet appareil simple se compose réellement de deux

couples agissant dans le même sens. On utilise ainsi l'électricité développée au contact de l'acide sulfurique et de l'eau, électricité perdue dans la plupart des piles où le mélange est fait d'avance. A mesure que l'action de l'acide sulfurique sur l'eau diminue, celle de l'eau sur le zinc augmente par l'acide dont elle s'empare peu à peu, et cette compensation progressive contribue à maintenir au même degré la force du courant.

J'ai essayé l'acide sulfurique concentré; mais outre qu'il est moins bon conducteur, il se décompose, et l'hydrogène sulfuré qui s'exhale rend très-incommode le maniement de la pile; il faut qu'il contienne assez d'eau pour échapper à une décomposition qui porte alors presque entièrement sur l'eau. Il se dégage encore, il est vrai, un peu d'acide sulfureux, mais ce dégagement indique une action favorable; car l'hydrogène naissant tend à envelopper d'une mousse gazeuse la paroi extérieure du cuivre, et à former ainsi un obstacle à la circulation électrique; cet hydrogène est enlevé par l'acide sulfurique, qui perd un équivalent d'oxygène, d'où la production d'acide sulfureux.

On peut réunir en pile plusieurs de ces appareils ainsi construits, en faisant communiquer la plaque métallique qui plonge dans le sulfate de cuivre avec le zinc de l'appareil suivant, et ainsi de suite; le cuivre se réduit dans chaque cellule, et l'on obtient ainsi de chaque couple un effet utile et aidé par l'effet de tous les autres. Il n'est pas nécessaire que chacun d'eux contienne les mêmes éléments; on peut cuivrer dans le premier, argenter dans le second, dorer dans le troisième, et ces couples, formés d'anodes solubles et de liquides différents étant disposés en série, ne s'en prêteront pas moins un mutuel appui. On pourra adopter cette disposition toutes les fois que l'on voudra donner au dépôt métallique telle ou telle qualité dépendant d'un courant plus fort, ou lorsque les solutions ne conduisent pas assez facilement l'électricité; mais généralement un seul couple suffit.

Les vases de cuivre, formant les anodes solubles, se détruisent promptement; pour éviter cet inconvénient, on applique sur leur contour intérieur une feuille ordinaire de cuivre; cette dernière est

seule attaquée, et fournit le cuivre à la solution. On peut facilement la renouveler lorsqu'elle est hors de service.

---

53. — EXPÉRIENCES SUR LES PRODUCTIONS ARTIFICIELLES DU POLYCHROISME DANS LA SUBSTANCE CRISTALLISÉE, par M. H. DE SENARMONT. (*Annales de Chimie et de Phys.*, tome XLI, p. 319, juillet 1854.)

Le pouvoir réfringent et le pouvoir d'absorption, particuliers à certaines substances colorées et transparentes, se comportent habituellement dans les milieux homogènes comme des qualités tout à fait indépendantes, et paraissent avoir chacune leur existence propre. Ils sont au contraire inséparables dans les milieux biréfringents, ou au moins tellement connexes qu'ils se modifient toujours simultanément, et qu'on ne peut les définir sans les rapporter l'un et l'autre aux mêmes directions fixes, déterminées par la structure cristalline.

Le polychroïsme qui résulte de la coexistence de cette double propriété consiste essentiellement, comme on sait, en ce que les deux rayons produits par la réfraction éprouvent à l'intérieur du cristal une extinction inégale dans leurs éléments calorifiques; un pinceau incident de lumière blanche et naturelle est ainsi séparé à l'émergence en deux filets diversement colorés, en même temps qu'ils sont polarisés à angle droit.

Pour beaucoup de cristaux le polychroïsme tient manifestement à la couleur propre de la substance biréfringente; mais pour d'autres la coloration est si variable que l'on peut se demander si le phénomène optique n'est pas l'effet de deux causes diverses constantes, d'une fonction biréfringente, par exemple, exercée par la matière cristalline proprement dite, et d'une fonction absorbante exercée par une substance colorée étrangère à la cristallisation, accidentellement diffuse dans ses interstices, à la manière des souillures que les cristaux empruntent à des eaux mères impures.

C'est cette question que M. de Senarmont est parvenu à résoudre par des recherches qui ont exigé autant d'habileté que de pa-



tience. Pour arriver à introduire dans des sels cristallins des matières tinctoriales incapables d'entrer avec eux en union chimique, mais pouvant s'y incorporer par une sorte d'imprégnation, l'auteur a rencontré bien des difficultés :

Il fallait nécessairement que, sans entrer dans la combinaison, les matières colorantes fussent symétriquement disposées de manière à pratiquer en quelque sorte l'arrangement cristallin. On devait opérer sur des sels naturellement incolores, et s'assurer que les deux rayons réfractés n'étaient dans aucun cas également absorbés. Les cristaux feuilletés ou fibreux, ceux qui ne présentent pas de double réfraction ou qui cristallisent difficilement ne sont pas propres à ces recherches. Il faut, enfin, trouver des matières tinctoriales qui imprégnent les cristaux d'une manière régulière.

M. de Senarmont est parvenu à donner un polychroïsme faible au sucre cristallin dans une dissolution ammoniacale de bois de campêche.

Au sel de Seignette dans une dissolution ammoniacale de bois de campêche.

Au borax dans la teinture d'orseille (liqueur de Cuthbear).

Au nitre dans diverses teintures colorées.

A l'azotate de soude dans diverses teintures colorées.

Mais c'est l'azotate de strontiane ($SrO. NO^5, 5HO$) qui prend le polychroïsme au plus haut degré. En taillant des plaques dans une direction convenable, dans des cristaux colorés par une dissolution ammoniacale de bois de campêche, on observe les propriétés suivantes :

1° La lumière blanche et naturelle y développe par transmission, sous certaines incidences, une couleur rouge carminée, et sous d'autres une couleur pourpre passant au bleu violacé.

2° Observés avec un prisme biréfringent, ces cristaux se dédoublent en deux images, l'une rouge, l'autre d'un violet plus ou moins foncé, selon l'épaisseur, et qui font échange de couleur en passant par l'égalité à mesure que la lame cristallisée tourne dans son propre plan.



3° Deux lames pareilles parfaitement transparentes, superposées dans une orientation parallèle, laissent passer en faisceau rouge pourpre une portion de la lumière blanche incidente; superposées dans une orientation croisée elles l'arrêtent à la manière des tourmalines, ou au moins la réduisent à une nuance violette tellement obscure qu'on peut la considérer comme éteinte.

En étudiant avec la loupe dichroscopique les rayons transmis au travers de trois plaques taillées aussi exactement que possible dans les directions perpendiculaires aux axes d'élasticité optique, on reconnaît facilement :

1° Qu'avec une plaque normale à l'axe de plus grande élasticité l'image la plus sombre est polarisée parallèlement à l'axe de plus petite élasticité.

2° Qu'avec une plaque normale à l'axe de moyenne élasticité, l'image la plus sombre est polarisée parallèlement à l'axe de plus grande élasticité.

3° Qu'avec une plaque normale à l'axe de plus petite élasticité, l'image la plus sombre est polarisée parallèlement à l'axe de plus grande élasticité.

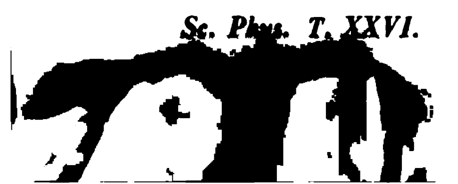
De sorte que, toutes choses égales d'ailleurs, l'absorption qui s'exerce sur chaque rayon ne paraît pas, dans son énergie, suivre constamment le même rapport que les élasticités correspondantes au sens des mouvements vibratoires.

Ces preuves, et d'autres phénomènes particuliers, démontrent d'une manière décisive, qu'une matière colorante disséminée avec continuité à l'intérieur d'un cristal, et inerte chimiquement, peut lui communiquer un polychroïsme marqué. Mais M. de Senarmont ne pense pas que le polychroïsme soit toujours dû à cette cause.

---

54. — SUR LA NATURE PROBABLE DU SOLEIL, ET SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ POUR RENDRE LE COLLODION PLUS SENSIBLE; par Thomas WOODS. (*Philos. Magaz.*, July 1854.)

M. Woods a fait des expériences photographiques qui lui paraissent donner quelques indications sur la nature du soleil. Il plaçait





une feuille préparée au foyer d'une chambre obscure et il prenait plusieurs épreuves de l'image du soleil sur la même feuille en laissant agir la lumière pendant des temps différents. Les images produites ainsi étaient d'autant plus grandes que le temps de l'exposition avait été plus long, et le centre de l'image était toujours plus sombre que les bords. Les dimensions de cette partie sombre centrale et de l'anneau plus clair qui l'entoure, augmentent tous deux lorsqu'on prolonge l'exposition, mais non pas dans le même rapport. Ce fait est une nouvelle preuve que la lumière, provenant du centre du soleil, agit plus énergiquement que celle des bords, puisque cette dernière a besoin d'un temps plus long pour produire le même effet que la première.

M. Woods chercha alors si le même phénomène se produirait en employant une flamme comme corps lumineux; il essaya une bougie allumée ou un bec de gaz. Dans les deux cas l'action fut exactement semblable à celle du soleil, mais plus marquée. Ces expériences répétées plusieurs fois ont toujours conduit au même résultat. Mais si, au lieu d'un gaz enflammé, on prend l'image photographique d'un corps solide incandescent, on reconnaît que l'action n'est plus la même. Après quelques essais infructueux faits soit avec du fer chauffé au rouge blanc, soit avec du platine rendu incandescent par un bec de gaz, M. Woods réussit à obtenir des épreuves au moyen de la lumière de Drummond. La grandeur de l'image n'était nullement modifiée par le temps de l'exposition comme cela avait eu lieu avec la lumière du soleil ou d'une flamme. Il est donc probable que la nature du soleil est analogue à celle de la flamme, puisque leurs effets sont identiques.

« Dans ces expériences, ajoute M. Woods, je me suis servi d'une plaque sensible, obtenue par une préparation que je désire publier, la croyant plus impressionnable et peut-être plus facile à employer qu'aucune autre connue jusqu'ici. Elle m'a permis de prendre, par un beau jour, une très-bonne épreuve d'un bâtiment pendant le temps très-court qui est nécessaire pour découvrir et recouvrir l'ouverture de la chambre obscure avec la main. La distance focale de la lentille était de six pouces, son ouverture de $^3/_8$ de pouce de diamètre.

« Ce procédé diffère des préparations ordinaires en ce qu'on substitue un mélange de iodure et de chlorure de fer au iodure de potassium, et en ce que le collodion tient en dissolution une certaine quantité de sel ordinaire.

« Voici le procédé en détail, on prend :

40 grains de sulfate de fer,
24 grains de iodure de potassium,
6 grains de sel ordinaire,
2 onces d'alcool,
2 drachmes d'éther,
3 gouttes d'une dissolution concentrée d'ammoniaque.

« On pile les sels et on les mélange bien ensemble ; on ajoute l'alcool et l'éther, et finalement l'ammoniaque. On laisse le précipité se déposer.

« Pour préparer les plaques, on mêle une partie de la dissolution claire avec trois parties de collodion, auquel on a ajouté une dissolution saturée de sel ordinaire, dans la proportion de un drachme de celle-ci pour quatre onces de collodion. On en recouvre les plaques de verre, de la manière ordinaire, et on les plonge pendant une minute ou une minute et demie dans une dissolution neutre de nitrate d'argent (30 grains pour une once) ; on fait venir l'épreuve avec une dissolution de sulfate de fer (un scrupule pour une once d'eau), et finalement on les fixe à l'hyposulfite de soude. »

L'image perd de sa netteté si la dissolution présente une réaction alcaline ; il faut éviter, en particulier, de laisser dans la chambre, où l'on prépare les plaques, des flacons d'ammoniaque débouchés.

CHIMIE.

55. — De l'action des protosels de fer sur la nitronaphtaline et la nitrobenzine, par M. A. Béchamp. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 3 juillet 1854.)

Dans une note précédente, l'auteur avait montré qu'en faisant réagir les sels de protoxyde de fer sur la pyroxyline et les pro-

duits nitrés analogues dérivés de l'amidon et de la gomme, on reproduisait très-facilement les substances primitives, la cellulose, la gomme et l'amidon. Tout l'azote du produit se dégage à l'état de bioxyde d'azote pur ; en même temps le protoxyde de fer se peroxyde. Ces produits nitrés se comportent donc, dans cette circonstance, comme de véritables nitrates.

Il n'en est plus de même lorsqu'on fait agir les protosels de fer sur les produits nitriques dérivés des hydrocarbures, tels que la nitronaphtaline et la nitrobenzine. Dans ce cas la réaction est semblable à celle que l'on obtient au moyen de l'hydrogène sulfuré. Tout l'azote du produit nitrique reste combiné aux éléments de l'hydrocarbure, et la base organique correspondante se produit. La réaction est beaucoup plus facile qu'avec l'hydrogène sulfuré, et l'auteur pense, en conséquence, que cette méthode nouvelle remplacera avantageusement celle qui avait été découverte par M. Zinin pour préparer ces bases organiques. L'aniline, en particulier, qui a pris depuis quelques années un si grand intérêt pour les chimistes, pourrait être fabriquée par cette méthode, par décomposition de la nitrobenzine, à un prix peu élevé.

Il faut observer seulement que le sulfate, l'oxalate et le protochlorure de fer ne peuvent être employés dans ces expériences ; il faut recourir à des sels ferreux à acides faibles, à l'acétate, par exemple.

---

56. — RECHERCHES SUR DIVERSES QUESTIONS DE CHIMIE ORGANIQUES, par M. Adolphe STRECKER. (*Ibidem.*)

Composition de l'acide tannique. M. Strecker a découvert, depuis deux ans déjà, que l'acide tannique, sous l'influence des acides minéraux, des alcalis ou des ferments, se dédouble en glucose et en acide gallique en fixant les éléments de l'eau. Cette réaction, qui prouve que cet acide a une molécule bien plus complexe qu'on ne l'avait supposé, lui a permis de la déterminer avec exactitude.

De nombreuses analyses exécutées sur l'acide tannique préparé avec un grand soin, et séché à 120 degrés, l'ont conduit à repré-

senter sa composition par la formule $C^{54} H^{22} O^{34}$, et son dédoublement en acide gallique et glucose par l'équation :

$$C^{54} H^{22} O^{34} + 8 HO = 3 (C^{14} H^{6} O^{10}) + C^{12} H^{12} O^{12}.$$

Cette équation se trouve confirmée par les quantités d'acide gallique et de glucose qu'on obtient par la décomposition de l'acide tannique. M. Wetheril a trouvé pour le premier 87 pour 100 (maximum), et M. Strecker a obtenu jusqu'à 22 pour 100 de glucose.

Dans les sels de plomb obtenus, soit par digestion de l'acide tannique avec l'oxyde de plomb, soit par la précipitation des acétates de plomb par l'acide tannique, la molécule de l'acide perd 4,4 pour 100 d'eau, c'est-à-dire trois équivalents. La proportion de la base peut varier depuis trois jusqu'à dix équivalents.

Les précipités formés par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique dans une dissolution d'acide tannique, que Berzélius a considérés comme des combinaisons de ces acides minéraux avec l'acide organique, ne sont autre chose que de l'acide tannique, moins soluble dans ces acides que dans l'eau pure, et imprégné de la liqueur acide dans laquelle il s'est déposé. Le tannin sulfurique ne contient que 2 à 4 pour 100 d'acide sulfurique, et le tannin chlorhydrique, placé dans le vide sur de la chaux vive, perd complétement l'acide chlorhydrique.

L'acide gallique qui, suivant quelques chimistes, contient dans la formule $C^{14} H^{6} O^{10}$ deux ou quatre équivalents d'eau, est, d'après les analyses de M. Strecker, un acide tribasique. Le sel de plomb jaune, que MM. Liebig et Büchner regardent comme un sel neutre, et qu'ils représentent par la formule :

$$4 PbO, C^{14} H^{2} O^{6},$$

est un sel basique qui, séché à 120 degrés, a une composition représentée par la formule :

$$4 PbO, C^{14} H^{3} O^{7} \quad \text{ou} \quad 3 PbO, C^{14} H^{3} O^{7} + PbO.$$

Sur la décomposition de la brucine par l'acide nitrique. On sait que MM. Gerhardt et Laurent ont soutenu que le gaz combustible qui se dégage pendant la décomposition de la brucine par



l'acide nitrique est de l'éther nitreux; tandis que MM. Liebig et Rosengarten ont combattu cette opinion, sans toutefois faire connaître la véritable nature de ce gaz.

M. Strecker a répété cette expérience. Le gaz formé dans la réaction traversait un système d'appareils contenant successivement de la potasse caustique, du sulfate de protoxyde de fer, et enfin du chlorure de calcium. Il était conduit de là dans une ampoule maintenue dans un mélange réfrigérant à —40 degrés.

Il a obtenu ainsi un liquide jaunâtre, très-mobile, bouillant à —12°,5; son odeur rappelle celle de l'éther nitreux; il brûle avec une flamme pâle légèrement verdâtre. Son analyse a prouvé que c'était l'éther nitreux de l'esprit de bois ou azotite méthylique $C^2 H^3 O, Az O^3$. Cet éther préparé directement, au moyen de l'esprit de bois, de l'acide nitrique et de l'acide arsénieux, a présenté les mêmes propriétés et la même composition que le liquide obtenu dans la réaction précédente.

Cette décomposition de la brucine se fait avec une grande netteté; si, au lieu de condenser l'azotite méthylique, on le brûle sur de l'oxyde de cuivre pour recueillir et doser l'eau et l'acide carbonique provenant de sa combustion, on trouve qu'un équivalent de brucine a produit un équivalent d'éther.

M. Laurent a donné le nom de cacothéline au produit non volatil de cette réaction qui se précipite lorsqu'on étend d'eau le liquide acide resté dans la cornue. Il lui assigne la formule :

$$C^{42} H^{22} Az^4 O^{10}.$$

M. Strecker a constaté que sa formation est accompagnée de celle d'une grande quantité d'acide oxalique; il se dégage en outre beaucoup d'oxyde d'azote et de l'acide carbonique; ce dernier n'est probablement qu'un produit secondaire de l'action de l'acide nitrique sur l'acide oxalique. Il a reconnu que la cacothéline est une base nitrée faible, mais dont les combinaisons avec les acides sont décomposées par l'eau. Son analyse et celle de ses combinaisons l'a conduit à modifier la formule admise par Laurent et à la représenter par $C^{40} H^{22} Az^4 O^{18}$. Enfin la réaction de l'acide nitrique sur

la brucine peut être représentée suivant lui par l'équation suivante :

$$C^{46} H^{26} Az^2 O^8 + 5 (HO, Az O^5) = C^{40} H^{22} Az^4 O^{18} + C^2 H^3 O, Az O^5$$
$$+ C^4 H^2 O^8 + 2 Az O^2 + 4 HO.$$

Sur l'hydrocyanaldine. Un mélange d'aldéhydate d'ammoniaque et d'acide cyanhydrique, avec un excès d'acide chlorhydrique, étant évaporé au bain-marie, donne un résidu de chlorhydrate d'ammoniaque et d'alanine :

$$C^4 H^4 O^2, Az H^3 + 2 HCl + C^2 Az H + 2 HO = C^6 H^7 Az O^4, HCl$$
$$+ Az H^4 Cl.$$

La réaction est toute différente lorsque le même mélange n'est pas chauffé. Dans ce dernier cas, il se forme au bout de quelques jours, dans le liquide, des cristaux incolores qui augmentent peu à peu. C'est l'hydrocyanaldine : substance insipide, sans action sur les couleurs végétales, soluble dans l'eau, dans l'éther et surtout dans l'alcool. Son analyse conduit à la formule

$$C^9 H^6 Az^2 \quad \text{ou} \quad C^{18} H^{12} Az^4,$$

et sa formation, qui a quelque analogie avec celle de la thialdine, peut être exprimée par l'équation :

$$3 (C^4 H^4 O^2, Az H^3) + 3 C^2 H Az + 2 HCl = C^{18} H^{12} Az^4$$
$$2 Az H^4 Cl + 6 HO.$$

Toutefois cette substance ne paraît pas jouer le rôle de base comme la thialdine.

Sur une nouvelle formation de l'acide propionique. On sait qu'on peut préparer de grandes quantités d'acide lactique en faisant fermenter, à une température de 30 degrés, un mélange de sucre, de craie et de vieux fromage. Il ne se forme, dans ce cas, qu'une très-petite quantité de mannite. Si la température est basse, la fermentation est considérablement ralentie et exige plusieurs mois. Dans ce cas on obtient beaucoup plus de mannite, peu d'acide lactique, mais une assez grande quantité d'acide propionique et d'acide acétique.

Sur quelques combinaisons de l'hydrargyrométhyle et de l'hydrargyréthyle. M. Frankland a trouvé, il y a peu de temps, que



l'iodure de méthyle et l'iodure d'amyle, en présence du mercure et sous l'influence des rayons solaires, forment des cristaux dont la composition s'exprime par $C^2 H^3 Hg^2 I$ et $C^{10} H^{11} Hg^2 I$, et qu'il nomme iodure d'hydrargyrométhyle et iodure d'hydrargyramyle. M. Frankland n'a pas réussi à produire une combinaison analogue avec l'iodure d'éthyle, quoiqu'on pût présumer l'existence de cette combinaison homologue.

D'après M. Strecker, l'iodure d'hydrargyréthyle se forme avec la plus grande facilité par l'action du mercure sur l'iodure d'éthyle à la température ordinaire, mais sous l'influence de la lumière diffuse; la lumière solaire, en effet, décompose les sels d'hydrargyréthyle. Son analyse conduit à la formule $C^4 H^5 Hg^2 I$, semblable à celle des composés précédents. L'auteur a aussi préparé les azotates de ces radicaux.

Sur la constitution de la quinine. En présence des diverses formules qui ont été proposées pour exprimer la composition de la quinine, les chimistes hésitent surtout entre celle de Laurent, $C^{19} H^{11} Az O^2$, et celle de Liebig, $C^{20} H^{12} Az O^2$. Pour se décider entre elles, M. Strecker a répété avec soin l'analyse de cette base; ses résultats confirment la formule de Liebig.

Ce point établi, il restait encore à déterminer l'équivalent de la quinine; en effet, on peut le représenter par $C^{20} H^{12} Az O^2$ ou par $C^{40} H^{24} Az^2 O^4$. Dans le premier cas, ses combinaisons avec l'acide sulfurique se composeraient d'un sel neutre et d'un sel basique, tandis que, dans la seconde hypothèse, le premier serait un sel acide et le second un sel neutre. D'après les faits connus jusqu'à ce jour, il n'y avait pas de raison bien déterminante pour adopter l'une des formules de préférence à l'autre.

M. Strecker a pensé pouvoir dissiper cette incertitude en étudiant la substitution des radicaux alcooliques à la place de l'hydrogène de la quinine. L'iodure d'éthyle réagit peu à peu sur une dissolution éthérée de quinine. Il se forme des cristaux incolores, soyeux, solubles dans l'eau, d'un goût amer. Ces cristaux constituent l'iodhydrate de l'*éthylquinine*, base dérivée de la quinine. Leur analyse conduit en effet à la formule :

$$C^{44} H^{29} Az^2 O^4 I \quad \text{ou} \quad C^{40}\left\{\begin{matrix} H^{23} \\ C^4 H^5 \end{matrix}\right\} Az^2 O^4, HI.$$

L'iodure de méthyle donne lieu à une réaction analogue et produit l'iodhydrate de méthylquinine.

La solution de ces iodures n'est point précipitée par l'ammoniaque; la potasse en excès les précipite, mais sans les décomposer. L'oxyde d'argent décompose ces iodures et met en liberté les bases. Ces bases sont très-énergiques, absorbent avec rapidité l'acide carbonique de l'air, et donnent avec lui des cristaux d'une réaction alcaline ; elles sont solubles dans l'eau et dans l'alcool.

L'étude faite par l'auteur des sels de l'éthylquinine prouve qu'elle appartient à la quatrième classe des bases de M. Hofmann ; c'est une base correspondante à l'oxyde d'ammonium $Az H^4 O$. La quinine est donc une base nitride (de la troisième classe), et contient dans la molécule $C^{40} H^{24} Az^2 O^4$, trois radicaux composés. Il n'y a pas de doute, d'après cela, que la molécule et l'équivalent de la quinine doivent être exprimés par cette formule.

Production artificielle de l'essence de cannelle. M. Strecker a soutenu le premier que le styrone, qu'on obtient en traitant la styracine par la potasse, constitue l'alcool de l'acide cinnamique. M. Wolff a reconnu effectivement que le styrone se transforme en acide cinnamique sous l'influence d'agents oxydants énergiques.

L'auteur annonce maintenant que le styrone, dans les mêmes conditions dans lesquelles l'alcool se transforme en aldéhyde, donne de l'aldéhyde cinnamique ou de l'essence de cannelle. Ainsi cette transformation s'effectue par l'action de l'air en présence du noir de platine.

Production artificielle de la taurine. On sait que M. Redtenbacher a essayé de produire la taurine par l'aldéhyde et le bisulfite d'ammoniaque, mais qu'il n'a obtenu qu'un corps isomère doué de propriétés différentes. M. Strecker signale plusieurs réactions qui auraient pu donner naissance à un corps offrant la composition de la taurine, mais qui ne lui ont point réussi. En revanche il est parvenu à produire un corps offrant tous les caractères de la taurine en chauffant l'iséthionate d'ammoniaque à une température de 230 de-



grés. La formation de la taurine, dans cette circonstance, peut être exprimée par la formule :

$$Az\,H^4O,\ C^4H^8O.\ 2\,SO^3 = C^4\,H^7\,Az\,O^6\,S^2 + 2\,HO.$$

57.—Décomposition de l'éther bromhydrique par la potasse et l'alcool, par M. M. Berthelot. (*Journal de Pharmacie*, tome XXVI, page 25.)

I. D'après les expériences de M. Williamson, l'alcool potassé (combinaison d'alcool et de potassium), mis en présence de l'éther iodhydrique, se décompose et produit de l'éther ordinaire :

$$C^4\,H^5\,KO^2 + C^4\,H^5\,I = C^8\,H^{10}\,O^2 + KI.$$

D'où M. Williamson conclut qu'une molécule d'éther, $C^8\,H^{10}\,O^2$, résulte de l'union de deux molécules d'alcool, $C^4\,H^6\,O^2$, et renferme deux fois autant de carbone. Ce point de vue l'a conduit à préparer des éthers conjugués formés par l'union de l'alcool et de l'esprit de bois, de l'alcool et de l'huile de pommes de terre, etc. Il suffit pour cela de faire réagir sur l'alcool potassé, soit l'éther méthyliodhydrique, soit l'éther amyliodhydrique :

$$C^4\,H^5\,KO^2 + C^2\,H^3\,I = C^6\,H^8\,O^2 + KI.$$

J'ai pensé que les mêmes réactions pourraient être exécutées en remplaçant la combinaison d'alcool et de potassium par un mélange d'alcool et de potasse.

II. En effet, la préparation de l'éther ordinaire par la réaction de l'éther chlorhydrique sur une dissolution alcoolique de potasse a été signalée depuis longtemps par M. Balard.

L'éther bromhydrique donne également naissance à de l'éther ordinaire, comme je l'ai observé. Huit à dix heures de contact à 190°, en vases clos, avec une solution alcoolique de potasse, suffisent pour la décomposition complète de l'éther bromhydrique.

III. Je me suis demandé si cette production d'éther, au moyen d'une dissolution alcoolique de potasse, différait de la réaction de M. Williamson. En effet, la formation de l'éther dans les expériences précédentes peut s'expliquer de deux manières.



1° L'éther bromhydrique échange directement son brome contre l'oxygène de la potasse :

$$C^4 H^5 Br + KO = C^4 H^5 O + K Br.$$

A ce point de vue le phénomène ne serait pas autre chose qu'une substitution ; l'alcool jouerait simplement le rôle de dissolvant commun.

La réaction ainsi représentée prouverait l'équivalence de l'éther bromhydrique, $C^4 H^5 Br$, et de l'éther ordinaire, $C^4 H^5 O$. Elle conduirait à conserver la formule admise jusqu'ici pour l'éther, $C^4 H^5 O$.

2° La réaction peut être produite par le concours simultané des trois corps mis en présence : l'alcool, la potasse et l'éther bromhydrique :

$$C^4 H^5 Br + KO + C^4 H^6 O^2 = C^8 H^{10} O^2 + KBr + HO.$$

Le phénomène ainsi représenté serait analogue aux réactions de M. Williamson et conduirait de même à la formule $C^8 H^{10} O^2$.

IV. Ces deux explications sont relatives à la formation du même corps au moyen des mêmes substances ; mais elles offrent une différence essentielle et accessible à l'expérience.

Dans la première explication, un équivalent d'éther bromhydrique, $C^4 H^5 Br$, produit un équivalent d'éther ordinaire, $C^4 H^5 O$. Le poids de l'alcool employé est indifférent ; l'alcool peut même être remplacé par un dissolvant quelconque commun à la potasse et à l'éther bromhydrique, sans que la réaction change.

Dans la seconde explication, un équivalent d'éther bromhydrique, $C^4 H^5 Br$, produit un équivalent d'éther, $C^8 H^{10} O^2 = 2\, C^4 H^5 O$, c'est-à-dire deux fois autant d'éther ordinaire que dans le premier cas. L'alcool entre dans la réaction et doit être pris en poids équivalent au poids de l'éther bromhydrique. De plus, si l'on remplace l'alcool par l'esprit de bois, on doit obtenir, non de l'éther ordinaire, mais de l'éther éthylméthylique, $C^6 H^8 O^2$.

C'est à ces diverses conséquences que je me suis attaché. Voici mes expériences :

V. (*a*) 22 grammes d'éther bromhydrique décomposés par 15 grammes de potasse et 12 grammes d'alcool absolu, après six à huit heures d'action à 100°, ont fourni par distillation 12 grammes d'éther ordinaire.



Si l'éther ordinaire s'était produit par substitution de l'oxygène au brome, 22 grammes d'éther bromhydrique auraient dû fournir 7 grammes et demi d'éther ordinaire.

Mais si l'alcool est entré dans la réaction, 22 grammes d'éther bromhydrique ont dû fournir 15 grammes d'éther ordinaire.

Or le poids de l'éther ordinaire trouvé par expérience est beaucoup plus fort que le poids correspondant à la substitution directe de l'oxygène au brome, ce qui prouve que l'alcool est intervenu dans la réaction. Ce poids trouvé se rapproche d'ailleurs de 15 grammes autant qu'on peut l'espérer dans des expériences de ce genre.

(*b*) 6 grammes d'éther bromhydrique ont été décomposés à 100° par un excès de potasse et par 2 grammes d'alcool absolu.

Si l'alcool concourt à la réaction, 6 grammes d'éther bromhydrique exigent au moins 2 grammes et demi d'alcool; 2 grammes ne suffiront donc pas et la décomposition restera incomplète, toutes choses égales d'ailleurs.

C'est ce qui est arrivé. En effet, après dix à douze heures de contact des matières à 100°, j'ai obtenu un liquide plus léger que l'eau, formé par un mélange d'éther ordinaire et d'éther bromhydrique non décomposé.

Ainsi, dans les mêmes conditions de temps et de température, un excès de potasse peut, soit décomposer complétement l'éther bromhydrique et le changer en éther ordinaire, soit donner lieu à une réaction incomplète, suivant la proportion relative de l'alcool.

(*c*) L'éther bromhydrique chauffé avec la potasse et l'esprit de bois fournit de l'éther éthylméthylique. Ceci achève d'établir l'intervention du dissolvant dans la réaction et l'identité de la réaction avec celles de M. Williamson.

(*d*) J'ai été ainsi conduit à préparer avec la glycérine, l'éther bromhydrique et la potasse, une combinaison éthérée particulière, la *diéthyline*, $C^{14}H^{16}O^{6}$.

Voici en vertu de quelle réaction ce composé prend naissance:

$$2C^{4}H^{5}Br + 2KO + C^{6}H^{8}O^{6} = C^{14}H^{16}O^{6} + 2KBr + 2HO.$$

La préparation de ce corps offre ceci de remarquable, que la

glycérine entre dans la réaction sans jouer le rôle de dissolvant. Elle ne dissout en effet ni l'éther bromhydrique ni la diéthyline.

VI. Les faits que je viens d'exposer montrent, je crois, que l'action d'une dissolution alcoolique de potasse sur l'éther bromhydrique ne diffère pas de celle qu'exerce l'alcool potassé. La substitution de la potasse au potassium dans les expériences de M. Williamson rendra plus facile et moins coûteuse la préparation des éthers conjugués qu'il a découverts.

Sur la reproduction de l'alcool au moyen de l'éther.

Dans un mémoire publié il y a quelques mois, j'ai constaté que l'éther ordinaire chauffé à 360°, en vases clos, avec les acides benzoïque, butyrique, palmitique, se combine avec ces corps et forme des éthers benzoïque, butyrique, palmitique. Ces éthers, décomposés par la potasse, reproduisent l'alcool.

Les réactions qui précèdent sont directes et ne m'ont paru donner lieu à aucun produit accessoire. Par contre, elles ne transforment en général qu'une faible portion de l'éther ordinaire employé.

J'ai cherché à pousser plus loin cette transformation en faisant intervenir l'acide sulfurique, l'agent éthérifiant par excellence.

Si l'on distille un mélange de 1 partie d'éther, en poids, de 3 parties d'acide butyrique et de 7 à 8 parties d'acide sulfurique, il passe à la distillation de l'eau, un peu d'acide butyrique et de l'éther butyrique en grande abondance. En même temps se dégage du gaz oléfiant. La réaction commence à 170° : à cette température le mélange noircit et le dégagement simultané de l'éther butyrique et du gaz oléfiant commence. La température s'élève lentement vers 200°. A 215°, la masse se charbonne tout à fait et devient pâteuse. J'arrête alors l'opération.

Dans ces conditions, 10 parties en poids d'éther ordinaire ont fourni 17,9 d'éther butyrique, ce qui répond à 5,7 d'éther transformé 5,7

Et 2,1 de gaz oléfiant [1], ce qui répond à 2,7 d'éther . . . 2,7

En tout 8,4

[1] 1^{gr},5 d'éther ordinaire a fourni sur l'eau 270 centimètres cubes de gaz. 100 parties de ce gaz traitées par le brome se réduisent à 6. Le résidu



Le sixième de l'éther est perdu ou subit une décomposition spéciale (matières noires, oxyde de carbone). La perte analogue sur l'acide butyrique recueilli tant à l'état libre qu'à l'état d'éther butyrique monte à près d'un quart.

L'éther butyrique obtenu dans cette réaction est sensiblement pur : il bout presque en totalité à 119°. Traité en vase clos par la potasse, sa décomposition est lente et exige quinze heures à 100° pour être complète. Le liquide distillé m'a fourni plusieurs grammes d'alcool : liquide volatil, inflammable, d'un goût et d'une odeur caractéristiques, se mêlant avec l'eau en toutes proportions et s'en séparant par l'addition du carbonate de potasse, etc. Son origine achève d'en spécifier la nature.

Ainsi l'acide sulfurique provoque la combinaison plus complète de l'éther et de l'acide butyrique : il permet par suite de transformer en alcool la plus grande partie (près des deux tiers) du premier de ces corps.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

58. — NOTE SUR LA STRUCTURE DES ORGANES GÉNÉRATEURS CHEZ QUELQUES ESPÈCES DU GENRE PECTEN, par M. A. HUMBERT (*Annales des Sciences naturelles*, 1854, tome VI.)

Nous signalons avec plaisir une observation intéressante d'un de nos jeunes compatriotes qui vient trancher d'une manière fort heureuse une question d'anatomie comparée très-débattue entre les naturalistes, puisqu'il montre que toutes les opinions étaient plausibles, et que chacun avait raison, dans de certaines limites du moins.

Il s'agit des organes générateurs des Lamellibranches, les uns regardaient ces mollusques comme unisexuels, les autres comme hermaphrodites, quelques-uns enfin comme uniquement femelles, et chacun invoquait des observations bien faites. Voici ce qui résulte des observations de M. Humbert faites sur les Pecten glaber, et P. varius, pendant son séjour à Cette.

brûle avec la flamme de l'oxyde de carbone. De l'acide sulfureux paraît se dégager en même temps dans la réaction.

Dans le Pecten glaber, on ne trouve réellement qu'un seul organe reproducteur, décrit, du reste, déjà par Milne Edwards, et auquel il propose de donner le nom de glande génitale. Cette glande, composée de deux tissus de même nature, formant des tubes en cœcum, produit, dans sa partie supérieure, des zoospermes, et dans le bas, des œufs, démontrant, par conséquent, d'une manière évidente, l'analogie qui existe entre les organes mâles et les organes femelles. La présence de follicules ovariques, faciles à distinguer à cause de leur belle couleur orangée, tranchant nettement avec la substance blanche de l'élément testiculaire au milieu duquel ils étaient épars, semble même indiquer que les tubes sécréteurs sont comme dans un état d'indifférence et susceptibles de produire sous des influences diverses, soit des œufs, soit des zoospermes. Voici maintenant comment il a pu se faire que tous les observateurs n'ont pas été d'accord dans le résultat de leurs recherches. Les deux parties testiculaires et ovariques ne sont pas toujours également développées, et lorsque cela a lieu c'est en général l'élément femelle qui domine aux dépens de l'autre M. Humbert pensa alors qu'il pouvait se faire dans certains cas qu'un développement très-anormal produirait l'unisexualité, l'ouverture d'un très-grand nombre d'individus lui permit en effet de constater dans un cas un pecten ayant uniquement un organe mâle, et dans un autre cas l'organe mâle réduit au volume d'une tête d'épingle. Dans le Pecten varius, l'organe génital est identique à celui que nous venons d'indiquer quant à sa composition histologique mais il ne renferme jamais que des œufs ou des zoospermes, et il se trouve déjà très-développé même chez les jeunes individus. G. R.

BOTANIQUE.

59. — Dareste (Camille) ; Mémoire sur la coloration de la mer de Chine. (*Ann. des Sciences natur.*, 1854, série 4me, vol. I, p. 81.)

On sait que la mer Rouge doit la couleur indiquée par son nom à une abondance extraordinaire de petites algues, de l'espèce

Trichodesmium erythræum, Ehrenb.[1] Cette circonstance, bien constatée, a fait supposer que d'autres mers colorées diversement pourraient bien receler d'autres végétations analogues. Les mers de la Chine sont remarquables sous ce point de vue. M. Mollien, dit M. Dareste, a vu qu'elles étaient colorées en jaune et en rouge sur une très-grande étendue, et que cette coloration se présente sous forme de plaques, séparées les unes des autres par des intervalles transparents. La couleur rouge prédomine dans la mer de Chine véritable (*Nan Haï*), celle qui baigne les côtes de la partie méridionale, au sud de l'île Formose; tandis que la couleur jaune prédomine au nord de l'île, et dans ce qui a été appelé plus spécialement la *Mer jaune* (*Hoang Haï*).

M. Mollien a remis à l'auteur de l'eau recueillie par 10 degrés de latit. nord et 106 degrés de longit. est dans une mer de couleur rouge. Elle s'est trouvée contenir une sorte de limon, formé d'une multitude de petites algues. M. Montagne, consulté sur leur détermination spécifique, a reconnu l'espèce de la mer Rouge. L'eau de couleur jaune, dans les mers de Chine, n'a pas encore été étudiée sous le microscope, mais l'auteur présume que sa coloration est due à la même algue, dans un état différent. La couleur du fleuve Jaune *Hoang ho*, qui tombe dans la mer Jaune, et lui donne sa coloration suivant l'opinion commune, est-elle due elle-même à cette algue microscopique? C'est une question que se pose l'auteur. *A priori* la chose ne nous paraît nullement probable, puisque les mêmes espèces ne vivent pas dans les eaux douces et dans les eaux salées. La coloration en rouge et en jaune de la mer autour de Formose pourrait tenir au Trichodesmium erythræum, et celle de la mer Jaune, dans la partie septentrionale de la Chine, ou à la même cause, ou à quelque autre espèce d'algue, ou au limon du fleuve qui serait d'une nature différente. Ce sont des phénomènes qui méritent de fixer l'attention des voyageurs.

[1] Voir Montagne, Ann. des Sc. natur., 1844.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLO

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLE

Le 6, éclairs et tonnerres pendant toute la soirée, de minutes après, pluie excessivement forte jus

» 11, de 4 h. à 6 h. après midi, éclairs et tonnerres.

» 12, à 3 h. du matin, forte pluie, éclairs et tonnerres

» 15, à partir de 11 h. du matin, on entend pendant nerres lointains, dans la direction du Jura mouvant du N. au S. A 3 h. 45 m., un fort nord de l'observatoire, direction O. à E.

» 20, de 9 h. à 11 h. du soir, éclairs de chaleur à l'h

» 21, à 3 h. 50 m. de l'après-midi, un fort coup de to servatoire.

» 22, de 9 h. à 11 du soir, éclairs de chaleur à l'E.,

» 23, pendant toute la soirée, forts éclairs de chaleur

» 24, éclairs et tonnerres au S., depuis 7 h. 40 m. du dessus de l'observatoire, dans la direction du

» 25, éclairs et tonnerres, à plusieurs reprises pendant pendant toute la soirée du 25.

» 26, on a entendu gronder le tonnerre pendant toute SE., puis successivement au S., au SO. et à l'O

» 27, à midi 20 m., un fort coup de tonnerre, suivi d'u jusqu'à 1 h.; toute la soirée, éclairs de chaleu

» 28, dans la soirée, éclairs de chaleur à l'O., ciel pu

» 29, dans la soirée, éclairs de chaleur à l'E., ciel très

» 31, de 7 h. à 9 h. du soir, orage accompagné de t nerres, direction O. à E., pendant une forte av grêlons d'un volume assez considérable.

Température du Rhône:

1re décade,		+13°,65
2me	»	+16°,29
3me	»	+21°,58
Mois		+17°,31

Minimum, le 1er + 8°,4. Maximum, le 28

28	727,13	726,75	726,25	726,75	+19,7	+22,5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.
29	728,33	728,47	727,92	727,81	+18,3	+20,9	+23,0	+20,6	+16,1	+23,8	0,78	0,69	0,70	0,68	.
30	729,09	728,35	727,07	726,79	+18,2	+22,2	+24,7	+21,8	+12,5	+25,0	0,76	0,59	0,56	0,40	
31	725,91	725,65	725,89	724,29	+18,4	+23,1	+22,8	+17,9	+13,1	+23,6	0,83	0,66	0,72	0,99	4,0

Genève. — Juillet 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	[illegible] à midi.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouc.
1	727,58	727,37	726,27	727,30	+12,7	+16,5	+15,5	+14,8	+ 9,4	+19,9	0,82	0,60	0,63	0,66	»	NNE. 1	0,89	37,
2	728,14	728,14	727,29	727,59	+14,5	+18,2	+20,2	+16,2	+ 8,5	+21,3	0,68	0,79	0,45	0,66	»	NNE. 1	0,31	37,
3	727,32	725,98	724,01	723,81	+15,2	+19,6	+25,2	+22,3	+ 8,6	+25,9	0,72	0,60	0,31	0,47	»	SSO. 1	0,36	38,
4	722,35	722,25	722,18	722,90	+18,8	+18,0	+17,8	+14,8	+14,0	+21,8	0,79	0,66	0,71	0,84	3,2	SSO. 1	0,97	38,
5	724,71	724,36	724,89	725,05	+15,9	+19,1	+15,4	+15,6	+12,9	+21,1	0,70	0,51	0,81	0,63	0,4	SSO. 1	0,77	38,
6	723,47	722,27	720,36	721,65	+16,1	+19,9	+18,4	+14,6	+11,7	+20,9	0,73	0,54	0,77	1,00	41,5	N. 1	0,72	39,
7	722,02	722,03	722,62	722,61	+15,8	+15,6	+14,5	+14,0	+12,5	+17,4	0,93	0,94	0,88	0,91	9,2	variab.	0,97	40,
8	723,52	723,94	723,56	723,99	+13,9	+15,8	+18,0	+14,5	+11,8	+18,5	0,67	0,55	0,46	0,73	2,5	SSO. 1	0,71	39,
9	724,54	724,36	724,70	725,09	+16,0	+18,4	+17,6	+16,2	+11,6	+19,0	0,72	0,54	0,51	0,71	»	SSO. 1	0,89	40,
10	726,83	726,61	726,44	726,40	+17,2	+20,6	+22,1	+16,0	+13,7	+23,1	0,63	0,52	0,37	0,78	»	S. 1	0,59	41,
11	726,88	725,43	724,17	724,70	+17,3	+20,1	+15,5	+16,0	+13,6	+20,5	0,73	0,68	0,99	0,85	4,4	N. 1	0,86	42,
12	724,67	724,21	723,97	723,75	+17,4	+19,8	+20,2	+16,4	+13,6	+21,4	0,64	0,48	0,46	0,66	3,1	SSO. 1	0,79	43,
13	723,49	725,39	725,20	724,94	+14,4	+16,0	+17,0	+14,5	+11,0	+19,5	0,74	0,72	0,61	0,80	4,9	variab.	0,64	44,
14	724,65	724,04	722,68	722,54	+13,9	+17,5	+20,2	+16,9	+ 7,9	+20,7	0,81	0,54	0,49	0,73	»	N. 1	0,23	44,
15	724,59	724,03	723,86	726,44	+17,5	+22,9	+19,4	+17,1	+12,5	+23,9	0,76	0,58	0,71	0,78	9,1	N. 1	0,73	45,
16	729,19	729,28	728,70	729,00	+17,5	+20,7	+19,9	+17,8	+14,0	+22,8	0,68	0,45	0,62	0,76	»	N. 1	0,27	43,
17	728,83	727,95	726,77	725,97	+17,1	+20,2	+22,5	+19,8	+11,0	+23,1	0,78	0,65	0,51	0,73	»	N. 1	0,26	46,
18	726,16	726,16	726,29	726,40	+15,5	+19,1	+16,4	+16,0	+13,9	+20,5	0,97	0,80	0,88	0,90	11,1	variab.	0,80	47,
19	727,21	727,19	727,03	727,37	+16,9	+20,9	+22,9	+20,1	+11,1	+23,0	0,93	0,67	0,53	0,77	»	N. 1	0,31	48,
20	729,20	728,79	727,95	728,58	+20,0	+22,7	+24,0	+22,4	+13,1	+25,7	0,77	0,74	0,75	0,71	»	N. 1	0,11	49,
21	731,18	730,56	729,87	730,38	+20,9	+24,2	+26,6	+22,7	+15,4	+27,1	0,78	0,67	0,53	0,82	»	N. 1	0,27	50,
22	731,39	730,58	729,45	729,44	+21,4	+25,9	+27,7	+22,8	+15,1	+28,5	0,74	0,60	0,44	0,67	»	N. 1	0,06	51,
23	730,14	729,22	727,48	728,01	+21,4	+25,2	+26,5	+23,6	+15,7	+27,1	0,73	0,70	0,73	0,73	»	N. 1	0,14	52,
24	729,45	728,61	727,93	727,68	+22,5	+26,0	+29,6	+23,3	+10,3	+31,1	0,75	0,50	0,46	0,57	0,9	variab.	0,50	53,
25	728,93	728,10	726,53	726,80	+21,6	+27,1	+26,2	+22,6	+17,3	+31,9	0,80	0,59	0,65	0,75	0,7	variab.	0,57	
26	727,28	726,31	725,23	725,66	+21,2	+24,8	+25,5	+21,8	+17,1	+27,1	0,81	0,65	0,63	0,79	5,2	variab.	0,66	
27	726,01	726,27	725,57	725,92	+20,5	+26,4	+23,5	+22,4	+18,7	+27,1	0,87	0,50	0,73	0,72	2,0	N. 1	0,52	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,79	0,70	0,57	0,79	»	N. 1	[illegible]	

Moyennes du mois de Juillet 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	724,89	725,05	724,90	724,73	724,51	724,23	724,15	724,64	725,06
2e »	726,45	726,69	726,55	726,25	725,93	725,66	725,66	725,97	726,42
3e »	728,40	728,62	728,50	728,08	727,48	727,06	726,74	727,22	727,63
Mois...	726,64	726,84	726,71	726,41	726,02	725,70	725,56	725,99	726,41

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	+13°,00	+15°,61	+17°,55	+18°,17	+18°,70	+18°,47	+18°,02	+15°,90	+14°,75
2e »	+14,07	+16,75	+18,37	+19,99	+20,35	+19,80	+19,31	+17,76	+15,86
3e »	+17,44	+20,37	+22,70	+24,39	+25,99	+25,59	+24,15	+21,82	+20,06
Mois...	+14,92	+17,67	+19,65	+20,97	+21,82	+21,36	+20,61	+18,60	+16,99

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	9,75	9,78	9,08	9,61	9,40	9,00	9,43	9,73	10,31
2e »	10,50	11,11	10,78	11,04	10,42	11,11	10,82	11,67	11,37
3e »	13,77	13,97	13,83	13,95	13,87	14,31	14,64	14,14	13,91
Mois....	11,21	11,70	11,31	11,61	11,31	11,57	11,73	11,92	11,99

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,87	0,74	0,61	0,65	0,59	0,59	0,63	0,74	0,82
2e »	0,88	0,78	0,69	0,63	0,59	0,66	0,66	0,77	0,84
3e »	0,89	0,79	0,67	0,62	0,57	0,61	0,65	0,74	0,80
Mois . .	0,88	0,77	0,66	0,63	0,58	0,62	0,64	0,75	0,82

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+11,47	+20,89	0,72	56,6	38,8
2e »	+12,17	+22,11	0,50	32,6	45,3
3e »	+15,88	+26,94	0,39	13,4	55,0
Mois....	+13,26	+23,43	0,53	102,6	46,7

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,19 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 40°,4 O. et son intensité est égale à 22 sur 100.

T

OBSERVATIO

FAITES

PENDANT LE

24	573,05	572,94	572,66	572,86	+ 7,9	+14,4	+14,6	+ 9,3	+ 5,8	76	74	75	75	»	NE. 1	0,54
25	572,20	571,72	571,43	571,13	+ 9,3	+13,2	+10,2	+ 9,4	+ 6,3	81	75	78	78	»	NE. 2	0,83
26	570,29	570,09	569,58	569,57	+ 8,7	+12,4	+10,3	+ 9,3	+ 6,9	80	78	76	78	5,0	NE. 2	0,80
27	568,93	569,29	569,03	569,20	+ 8,4	+ 6,8	+ 8,4	+ 7,4	+ 4,3	82	77	75	77	»	NE. 1	0,31
28	568,88	569,13	569,20	569,37	+ 6,5	+ 8,2	+ 7,8	+ 6,0	+ 4,4	68	69	71	77	»	variab. 1	0,30
29	569,65	569,88	570,12	570,56	+ 7,0	+10,4	+ 9,2	+ 6,1	+ 4,1	80	74	72	73	»	SO. 1	0,86
30	570,75	570,74	570,45	570,66	+ 8,0	+10,4	+ 9,5	+ 8,3	+ 5,8	77	79	79	80			
31	569,80	569,60	569,37	569,07	+ 6,4	+10,0	+10,0	+ 8,3	+ 6,2							

s. 10 h s.

mm
566,06
567,87
571,42
568,55

o
+ 3,00
+ 4,21
+ 8,54
+ 5,35

Hauteur de la neige toml
répar

le 1er .
le 8 .
le 12 .

87,5
81,1
78 1
82,1

Le 4, à 2 h. 30 m. après midi,
Le 16, le lac qui est près de l'h
Le 11, de 5 h. à 7 h. 30 m. du
Le 24, à 4 h. 30 m. du soir, gr

et son

Saint-Bernard. — Juillet 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMÈTRE. 8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s.	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	565,04	565,58	565,64	566,22	+ 0,2	+ 1,2	+ 3,1	+ 0,5	− 5,8		90	86	84	95	0,8	NE. 2	0,84
2	566,58	567,11	567,73	568,17	+ 2,0	+ 6,3	+ 5,6	+ 3,2	− 4,3		88	85	87	93	»	NE. 1	0,68
3	568,33	568,53	568,22	567,99	+ 6,2	+11,0	+11,9	+ 7,0	+ 3,0		82	84	83	88	»	SO. 1	0,44
4	566,17	565,33	564,74	564,04	+ 5,2	+ 5,8	+ 5,5	+ 3,5	+ 2,8		93	95	95	93	14,8	SO. 1	0,99
5	563,88	564,45	565,04	565,64	+ 1,0	+ 3,9	+ 4,7	+ 2,0	− 2,5		93	93	89	93	1,2	NE. 1	0,82
6	564,90	564,85	564,77	564,51	+ 4,3	+ 8,8	+ 7,9	+ 5,3	+ 0,9		89	89	86	91	»	SO. 1	0,63
7	563,97	563,50	562,90	563,28	+ 2,7	+ 3,3	+ 2,5	+ 3,3	+ 1,5		97	96	96	82	33,4	SO. 1	0,93
8	561,69	562,65	563,47	564,08	+ 0,5	+ 0,5	+ 2,7	+ 0,7	− 1,9		82	78	75	76	1,6	NE. 1	0,66
9	564,85	565,23	565,52	565,62	+ 3,0	+ 6,0	+ 6,0	+ 2,9	− 0,2		73	77	75	80	1,5	SO. 1	0,90
10	566,47	567,10	567,87	568,06	+ 3,7	+ 7,0	+ 4,1	+ 3,0	+ 0,4		79	79	78	75	»	variab.	0,67
11	568,34	568,21	567,01	566,99	+ 5,0	+ 9,1	+ 7,8	+ 3,5	+ 2,0		76	74	74	80	22,7	SO. 1	0,80
12	564,55	564,35	564,26	564,14	+ 2,3	+ 6,7	+ 4,6	+ 0,7	− 1,0		79	69	77	79	11,6	NE. 1	0,77
13	563,60	564,45	564,58	564,65	− 0,4	+ 1,9	+ 2,3	+ 0,5	− 1,6		64	77	77	81	»	NE. 2	0,91
14	564,75	565,24	565,14	565,35	+ 3,2	+ 9,6	+ 9,5	+ 6,3	− 1,3		75	73	72	78	10,5	variab.	0,31
15	566,20	566,68	566,45	567,08	+ 4,0	+ 7,3	+ 5,5	+ 2,5	0,0		78	75	78	77	9,3	SO. 1	0,79
16	568,09	568,76	568,86	569,42	+ 2,4	+ 4,3	+ 4,8	+ 3,0	+ 0,3		83	79	78	84	»	NE. 2	0,84
17	569,07	569,11	569,06	568,75	+ 4,0	+ 9,8	+ 9,3	+ 7,2	+ 0,8		70	69	71	82	»	NE. 1	0,39
18	567,05	566,58	566,72	566,70	+ 5,2	+ 5,2	+ 2,8	+ 2,7	+ 1,3		82	82	82	83	11,5	NE. 1	0,83
19	568,46	569,04	569,51	570,15	+ 6,0	+10,5	+10,2	+ 7,0	+ 1,2		80	76	78	83	»	NE. 1	0,38
20	571,73	572,00	572,13	572,94	+ 7,0	+13,0	+12,7	+ 9,2	+ 6,5		75	71	71	78	»	NE. 1	0,22
21	573,54	573,84	573,79	574,36	+ 8,0	+12,6	+13,3	+10,0	+ 7,4		76	74	73	84	»	NE. 2	0,34
22	574,23	574,10	573,71	573,65	+ 8,0	+14,3	+12,4	+10,7	+ 7,7		69	66	74	75	»	NE. 2	0,19
23	573,28	573,14	572,75	572,98	+10,5	+14,8	+13,0	+11,7	+ 8,3		74	67	69	73	»	NE. 1	0,43
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7,9	NE. 1	0,59

Moyennes du mois de Juillet 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	564,84	565,19	565,32	565,43	565,57	565,59	565,67	565,76	566,06
2e »	566,92	567,18	567,39	567,44	567,47	567,37	567,44	567,62	567,87
3e »	571,16	571,34	571,36	571,32	571,23	571,10	571,00	571,22	571,42
Mois...	567,75	568,01	568,13	568,17	568,19	568,12	568,19	568,30	568,55

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 1,74	+ 2,88	+ 4,05	+ 5,37	+ 5,86	+ 5,40	+ 4,39	+ 3,14	+ 3,00
2e »	+ 2,72	+ 3,87	+ 6,64	+ 7,80	+ 7,75	+ 6,95	+ 5,43	+ 4,35	+ 4,21
3e »	+ 7,34	+ 8,15	+10,88	+11,67	+11,80	+10,87	+ 9,58	+ 8,77	+ 8,54
Mois...	+ 4,04	+ 5,07	+ 7,31	+ 8,39	+ 8,58	+ 7,84	+ 6,57	+ 5,53	+ 5,35

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	88,7	86,6	87,1	86,2	85,2	84,8	85,1	86,6	87,5
2e »	81,4	78,2	76,3	74.5	75,3	75,8	78,4	80.5	81,1
3e »	82,3	76,2	76,2	73,1	72,7	74,1	78.2	76,8	78 1
Mois..	84,1	80,2	79,7	77,8	77,6	78,1	80,5	81,2	82,1

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	− 0,61	—	0,76	53,3
2e »	+ 0,82	—	0,62	65,6
3e »	+ 6,11	—	0,55	12,9
Mois...	+ 2,24	—	0 64	131,8

Dans ce mois, l'air a été calme 6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 52 sur 100.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME XXVI.

(1854—Nos 101 à 104.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

Astronomie.

Géographie.

Physique.

Chimie.

Pages

Minéralogie et Géologie.

Anatomie et Physiologie.

Botanique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

IMPRIMERIE F. RAMBOZ ET Cie, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 78.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DE GENÈVE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

TOME VINGT-SEPTIÈME.

GENÈVE

JOEL CHERBULIEZ, LIBRAIRE, RUE DE LA CITÉ.

PARIS,
JOEL CHERBULIEZ,
RUE DE LA MONNAIE, 10.

ALLEMAGNE,
J. KESSMANN,
A GENÈVE, RUE DU RHÔNE, 171.

1854

ARCHIVES
DES
SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

DES RAPPORTS QUI EXISTENT ENTRE L'ÉLECTRICITÉ ET L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DE L'AIR, par M. QUETELET.

(*Extrait d'un Mémoire sur le Climat de la Belgique.*)

Il existe des rapports très-étroits entre l'état hygrométrique et l'état électrique de l'air. Dans les circonstances ordinaires, l'air est toujours électrisé positivement ; ce n'est guère que pendant les pluies ou dans le voisinage des pluies, que l'électromètre donne des signes d'électricité négative. Ce dernier phénomène s'observe surtout pendant les orages et les averses, et moins fréquemment pendant les pluies tranquilles.

Pendant les brouillards comme pendant les neiges, l'électricité de l'air est toujours énergique et à peu près exclusivement positive [1].

On peut dire, en général, que l'électricité négative tient moins à l'humidité de l'air qu'à la nature des nuages qui passent au zénith ou qui se trouvent dans son voisinage. Pendant le passage d'un nuage orageux, en effet, il n'est pas rare de voir l'électricité changer plusieurs fois de signes ; ces changements sont parfois très-

[1] Voyez, pour ces divers résultats, Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies,* page 63.

brusques : le galvanomètre, de son côté, peut accuser en même temps des courants ascendants et descendants plus ou moins énergiques. J'ai eu occasion de parler déjà de ces phénomènes curieux d'électricité statique et d'électricité dynamique à l'occasion des pluies et des orages [1] ; j'y reviendrai plus loin avec plus de détails. Je m'occuperai d'abord des rapports réciproques de l'humidité et de l'électricité de l'air, dans les instants où il n'y a ni pluies, ni neiges, ni nuages orageux.

Continuant à me servir de la méthode d'observation dont il a été parlé plus haut, j'ai mis, en regard des indications d'électricité *maximum* de chaque mois, les degrés correspondants de l'hygromètre, et j'ai pris ensuite les moyennes de ces nombres par mois ; j'ai fait de même pour les époques d'électricité *minimum*. Ces calculs m'ont conduit à former les valeurs contenues dans les colonnes numériques 1, 2, 3, 4 et 5 du tableau qui va suivre. La troisième colonne contient les moyennes des deux colonnes qui la précèdent, et donne, en conséquence, l'électricité mensuelle déduite des valeurs extrêmes du mois. Ces moyennes concordent très-bien avec celles de la dernière colonne du tableau qui indiquent l'électricité mensuelle, d'après les observations faites, chaque jour, à l'heure de midi ; elles sont exprimées en degrés de l'instrument, comme si elles résultaient de l'observation directe. Enfin, dans les deux avant-dernières colonnes du tableau sont indiquées les moyennes de l'électromètre pour les époques mensuelles d'extrême humidité et d'extrême sécheresse : ces valeurs vérifient, en quelque sorte, celles contenues dans les colonnes 4 et 5. J'ai écarté des calculs les valeurs données par des temps de brouillards.

[1] Sur le Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies*, p. 64.

Tableau montrant les rapports entre l'électricité de l'air et son état hygrométrique.

MOIS.	ÉLECTRICITÉ [1]. Moyennes des		Moyennes des maxima et minima.	HYGROMÈTRE pendant les électr.		Hygromètre en général.	ÉLECTRICITÉ pendant l'humidité.		Électricité en général.
	maxima.	minima.		maxima	minima.	1842 à 1847	maximum.	minimum.	
Janvier	71,9	27,8	49,8	92,6	94,8	93,7	53,0	55,0	50
Février	64,5	26,9	45,7	87,5	88,4	92,2	45,2	44,3	45
Mars	55,5	18,6	37,0	84,7	85,1	90,3	36,2	26,0	35
Avril	41,4	9,2	25,3	83,3	84,1	89,3	21,7	20,6	24
Mai	37,0	4,3	20,6	80,2	80,3	87,6	15,0	19,0	20
Juin	31,9	2,9	17,4	83,8	80,5	84,6	27,0	11,0	17
Juillet	33,0	3,3	18,1	75,1	77,1	88,1	23,0	6,0	17
Août	54,2	7,8	21,0	83,4	78,9	88,7	9,0	5,0	21
Septembre.	35,5	16,0	25,7	84,8	83,9	91,8	17,5	12,5	25
Octobre....	50,5	10,3	30,4	87,2	91,2	94,4	27,7	44,0	32
Novembre.	56,3	20,0	38,1	91,3	94,7	95,0	28,0	47,0	40
Décembre.	69,7	30,5	50,1	92,7	92,7	95,7	50,0	53,7	46
L'année..	48,45	14,80	31,62	85,55	85,97	99,0	29,44	28,62	31,0

[1] Dans le Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies*, p. 58, j'ai donné des valeurs analogues qui confirment les données actuelles. Seulement les premières représentent des *maxima* et *minima* absolus pour chaque mois, tandis qu'ici j'ai réuni les moyennes des nombres les plus forts et les plus faibles de chaque mois.

La moyenne générale montre qu'aux époques où l'air manifestait le plus d'électricité, l'hygromètre de Saussure s'est tenu plus bas de près de cinq degrés et demi que dans les circonstances ordinaires: si l'on fait la distinction des saisons, l'effet est beaucoup plus énergique en été qu'en hiver. Dans cette dernière saison, la différence hygrométrique, par rapport à la moyenne générale, est à peu près nulle, tandis qu'elle va jusqu'à 13 degrés en juillet. Nous voyons, d'une autre part, qu'aux *minima* de l'électromètre ont correspondu des indications hygrométriques également plus faibles de 5 degrés environ que celles qu'on observe habituellement; et ces différences se soutiennent en passant d'un mois à l'autre. Les petites discordances que présentent les nombres, peuvent être attribuées à ce que nous ne possédons pas encore des séries d'observations électriques assez étendues.

En résumé, les *maxima* et les *minima* d'électricité se sont manifestés, au mois de juillet, avec une humidité inférieure de 11 à 13° à la moyenne ordinaire; et cette diminution d'humidité devient d'autant moindre qu'on s'éloigne davantage de juillet pour se rapprocher de janvier. Dans ce dernier mois, à part les temps de brouillards, l'état hygrométrique de l'air est à peu près le même quelle que soit la quantité d'électricité.

On ne peut pas renverser la proposition et dire que, quel que soit l'état hygrométrique de l'air, l'état de l'électricité reste le même : car, à partir de l'hiver et en se rapprochant de juillet et d'août, la quantité d'électricité tombe, de plus en plus, au-dessous de la moyenne ordinaire, par l'extrême humidité comme par l'extrême sécheresse.

Si l'inverse semble avoir lieu pour les mois de janvier et de décembre, c'est qu'il est très-difficile de séparer ce qui

appartient à l'influence des brouillards humides de ce qui appartient à l'humidité réelle de l'air. Quand l'air est simplement humide, sans mélange de brouillard, on peut être certain de le trouver électrisé au-dessous de la moyenne : je ne puis que répéter les paroles de Peltier, l'un des hommes les plus compétents qui aient écrit sur ce genre d'étude : « Un fait a été contesté presque généralement dans l'état électrique de l'atmosphère, dit-il, c'est que son influence diminue lorsque la quantité de vapeur élastique augmente; il faut lever l'électromètre beaucoup plus haut pour avoir une divergence égale à celle d'une expérience faite sous un ciel serein et sec. Suivant l'humidité de l'air, il faudra l'élever de 1, de 2, de 10 mètres pour obtenir un signe d'électricité qu'on obtenait facilement en l'élevant de deux décimètres sous un ciel pur[1]. »

Pour me rendre compte de ces effets, j'ai calculé, dans les colonnes 7 et 8, les électricités de l'air correspondantes aux époques des *maxima* et des *minima* d'humidité. Les résultats généraux de l'année donnent une moyenne inférieure de 2 à 3 degrés à la moyenne ordinaire.

On voit donc que, *pendant la majeure partie de l'année, et surtout en été, les* maxima *et les* minima *d'électricité sont accompagnés d'une diminution d'humidité; et de même les* maxima *et les* minima *d'humidité sont accompagnés d'une diminution d'électricité. En hiver, c'est plutôt la proposition inverse qui s'observe.*

On ne s'explique pas, au premier abord, ces différents résultats; et cependant on peut s'en rendre compte en se

[1] *Recherches sur la cause des phénomènes électriques de l'atmosphère,* par M. A. Peltier, broch. in-8°. Paris, 1842, p. 19.

rappelant ce qui a été déjà exposé dans les premières parties de l'ouvrage *Sur le climat de la Belgique*. Ces résultats ne sont, en effet, que des corollaires des faits suivants :

1° Pendant les différents mois de l'année, excepté à l'époque des plus grandes chaleurs, l'électricité de l'air est plus forte par un ciel serein que par un ciel couvert ; et elle surpasse d'autant plus l'électricité observée par un ciel couvert, qu'on se rapproche davantage de janvier[1].

2° Les nuages, surtout en été et par des temps secs, sont des conducteurs plus ou moins électrisés, agissant par influence sur les corps placés à la surface de la terre.

3° Pendant les brouillards, l'air est toujours électrisé positivement d'une manière très-énergique[2].

Cela posé, nous pourrons concilier les faits énoncés précédemment en jetant les yeux sur le tableau suivant qui rappelle ces faits, en indiquant l'aspect général du ciel sous l'influence duquel ils se présentent. Ces corollaires, déduits de la théorie, sont d'ailleurs confirmés par l'expérience. J'ai dû naturellement partager l'année en deux périodes : l'une, la plus froide, ne renfermant que les mois d'hiver, et l'autre, beaucoup plus étendue, qui comprend les mois des trois autres saisons.

Mois les plus froids.

1. *Maximum* d'électr.;	humidité ordinaire.	—Ciel serein.
2. *Minimum* id. ;	id.	—Ciel couvert.
3. *Maximum* d'humid.;	beaucoup d'électr..	—Un peu de brouillard.
4. *Minimum* id. ;	id.	—Ciel serein.

Mois chauds et mois tempérés.

1. *Maximum* d'électricité;	peu d'humidité.	—Temps sec ; nuages.
2. *Minimum* id. ;	id.	—Temps sec ; ciel serein.
3. *Maximum* d'humidité;	peu d'électricité.	—Temps humide et couvert.
4. *Minimum* id. ;	id.	—Temps très-sec ; ciel serein.

[1] Sur le Climat de la Belgique, 3me partie, *de l'Électricité de l'air*, p. 17.

[2] Sur le Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies*, p. 85.

On peut donc, en consultant l'aspect du ciel et l'hygromètre, en déduire, avec une probabilité très-grande, l'état de l'électricité de l'air. Ces trois éléments météorologiques sont si étroitement liés ensemble, qu'il suffit, en quelque sorte, d'en connaître deux, pour en déduire le troisième. Ainsi, par un ciel serein et un temps sec, on est à peu près certain de trouver une électricité très-intense, si l'on observe en hiver, et très-faible, si l'on fait l'observation en été.

Un temps humide, avec un ciel couvert, donne généralement l'indice, en hiver, que l'électricité tombe au-dessous de la moyenne; elle s'élève, au contraire, au-dessus de la moyenne si l'humidité provient d'un peu de brouillard. Je dis avec intention un peu de brouillard, parce que, s'il y en avait beaucoup, il ne serait plus probable mais certain que l'électricité serait peu éloignée de son *maximum*. Comme j'en ai prévenu déjà, je n'ai pas compris, dans les tableaux qui nous occupent, les jours où régnaient des brouillards très-prononcés, parce qu'il en a été parlé ailleurs[1].

Examinons maintenant, d'une manière plus générale, le rôle que joue l'électricité pendant ces sortes de phénomènes. En 1849, j'avais fait remarquer que l'électricité négative ne s'observe, en général, qu'avant, pendant ou après la pluie : voici quels étaient mes résultats à cet égard, fondés sur sept années d'expériences. « L'électricité a été observée négativement six fois *pendant* la pluie, neuf fois *avant* la pluie, cinq fois *après* la pluie, deux fois pendant des pluies qui tombaient à des distances éloignées, une fois sans cause apparente[2]. » Plus tard, en parlant des pluies, je fus plus explicite : « La présence de l'électricité négative, disais-

[1] Sur le Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies*, p. 64.

[2] *Ibid.*, 3me partie, *de l'Électricité de l'air*, p. 20.

je, est un phénomène qui semble appartenir à peu près exclusivement à la chute de l'eau dans l'atmosphère, et plus particulièrement à la chute de l'eau sous forme de pluie ou de grêle[1].» Sans chercher à expliquer ces faits, je citerai quelques faits nouveaux observés avec toute l'attention dont je suis capable. Je n'avais, dans mon travail sur les pluies, donné qu'un seul exemple de la marche de l'électricité pendant un orage[2]; l'intérêt que ce sujet a paru présenter me porte à en donner quelques nouveaux.

En général, et ce fait a été également remarqué depuis, par M. Palmieri de Naples[3], quand un nuage orageux approche, l'électromètre commence à manifester de l'électri-

[1] Sur le Climat de la Belgique, 5me partie, *des Pluies*, p. 61.

[2] *Ibid.*, page 65.

[3] M. Palmieri a fort bien décrit, du moins au point de vue de l'électricité statique, les principales circonstances qui accompagnent les pluies d'orage, dans sa notice *Elettricità atmosferica, continuazione degli studi meteorologici fatti sul reale Osservatorio Vesuviano;* broch. in-4°, 1854. Seulement, ce savant ne va-t-il pas trop loin en niant absolument l'existence de nuages chargés d'électricité négative et en limitant la durée de l'époque où l'on observe de l'électricité positive à celle où il tombe de la pluie? J'ai observé bien des fois la chute de la pluie pendant que l'électromètre accusait de l'électricité négative ; j'en cite ici quelques exemples, et, pendant l'impression de ce mémoire, j'en ai observé de nouveaux. En résumé, dit-il, *Dove cade la pioggia, si deve avere elettricità positiva con un' atmosfera o zona più o meno ampia intorno, in cui si ha elettricità negativa. Per la qual cosa, se la pioggia comincia a cadere sul luogo delle osservazioni, ed ivi finisce, vi accadrà di osservare solo elettricità positiva : se cade ad una certa distanza senza giungere sino a voi, avrete solo elettricità negativa.*

En citant cette loi, M. Palmieri fait observer que je l'avais pressentie de mon côté, sans l'avoir positivement énoncée, et il ajoute : *Il Quetelet, ch'è uno de' più esperti osservatori in questo genere, poco ha mancato che non cogliesse anche egli la legge di sopra esposta; perocchè avea notato come*, PENDANT LA MÊME PLUIE,

cité négative, et ses indications vont en croissant jusqu'à un degré presque toujours fort élevé, quand la pluie ou la grêle commencent à tomber, l'électricité change généralement de signe et devient positive; j'ajouterai qu'on voit en même temps le galvanomètre accuser des inversions dans le sens des courants électriques. Puis, quand la pluie cesse, l'électricité redevient négative en diminuant progressivement pour repasser à l'état positif. C'est ce qui a été observé dans l'orage du 14 juin 1852, auquel j'ai fait allusion plus haut. Je vais en citer de nouveaux exemples.

Le 11 mars 1845, à midi et quart, après une grêle assez forte, l'électromètre marquait 73°; puis, interrogé de quatre en quatre minutes, il indiqua successivement —60°, —46°, —28°,0 + 18°.

SELON L'INSTANT OU L'ON OBSERVE, ON PEUT AVOIR DE L'ÉLECTRICITÉ SOIT POSITIVE, SOIT NÉGATIVE. *Se avesse avuto il conduttore mobile, egli l'avrebbe chiaramente veduta prima di me.* Mon silence ne provient pas du manque d'observations exactes. La description détaillée que j'ai donnée de l'orage du 14 juin 1852, et celles que l'on trouve ici prouveront que l'électromètre de Peltier pourvoit très-bien aux moyens, non-seulement de reconnaître l'électricité et les modifications qu'elle subit, mais encore de la *mesurer*. J'avais reconnu les effets des approches des orages et de leur éloignement; je les ai suffisamment indiqués; j'ajouterai même une série de faits qui semblent ne pas avoir fixé l'attention du savant napolitain. Ce qui mérite surtout d'être observé pendant les orages, ce ne sont pas seulement les indications de l'électromètre, mais encore celles du galvanomètre et les inversions brusques qui se manifestent dans les courants électriques ascendants et descendants au plus fort du phénomène; c'est surtout sur ce point que j'avais insisté dans ma description de l'orage du 14 juin 1852; car, je le répète, pendant les plus fortes tensions électriques, le galvanomètre peut rester en repos et n'accuser aucun courant, tandis que, pendant le passage d'un courant continu, l'électromètre peut, à son tour, rester à peu près muet en accusant une tension électrique positive, négative ou nulle.

Le 24 avril 1845, l'électromètre fut observé pendant toute la journée; une pluie orageuse se manifesta vers le soir.

Électricité statique pendant l'orage du 24 avril 1845.

HEURES.	Électromètre.	Baromètre.	Thermomètre.	Hygromètre.	Vents d'après l'aném. d'Osler.	ÉTAT DU CIEL.
	°	mm	°	°		
8 h. du m.	+62	750,75	14,2	85,5	SO	Cumuli, légère odeur de brouillard sec.
9 —	+51	50,69	15,8	85,0	SO	Id.
10 —	+48	51,21	16,9	80,5	OSO	Id.
Midi.	+30	51,33	18,8	76,5	SO	Cumuli-strat.
1 heure.	+34	51,37	19,6	76,5	SO	Cumuli.
2 —	+38	51,19	19,5	76,5	SO	Id.
4 —	+25	51,06	19,7	73,0	SO	Cum. assez gros. Apparence d'orage à l'horizon SSO.
4 h. 20 m.	+15	»	»	»	»	Id.
4 h. 30 m.	+10	»	»	»	»	Gros nuages blancs, et, plus bas, nuages gris.
4 h. 50 m.	—60	»	»	»	»	Nuages grisâtres au zénith; orageux à l'horizon S.
5 h. 5 m	—78	»	»	»	SO	Ciel presque gris.
5 h. 12 m.	—79	»	»	»	»	Ciel gris.
6 h. 30 m.	—80	51,60	17,0	87,0	O	Ciel entièrement couvert. Pluie [1].
6 h. 45 m.	» [2]	»	»	»	»	Nuag. gris au zénith. Orage.
7 h. 17 m.	+80	»	»	»	ONO	Pluie plus forte. Éclairs
7 h. 22 m.	+77	»	»	»	»	La pluie cesse.
7 h. 25 m.	—55	»	»	»	»	»
7 h. 28 m.	—78	»	»	»	»	»
7 h. 34 m.	—77	»	»	»	»	»
7 h. 38 m	—77	»	»	»	»	»
8 heures.	+37	52,68	12,8	97,0	NO	»

[1] L'électricité devient si forte que le bâton de gomme laque dont je me sers pour déterminer la nature de l'électricité, ne peut plus faire dévier l'aiguille. Roulements sourds et lointains, probablement ceux du tonnerre. L'horizon N.-O. est devenu serein : la girouette marque un vent N.-O., mais les nuages, d'un gris cuivré, viennent de l'ouest.

[2] Quant au galvanomètre, il donna les indications suivantes : « A

On voit, ici, l'électricité positive diminuer graduellement à l'approche des nuages orageux, changer de signe et croître rapidement; puis redevenir positive et très-énergique au moment de l'orage, pour changer encore brusquement de signe quand la pluie a cessé. Une demi-heure après, l'électricité avait repris son état ordinaire.

Vers 6 h. 20 m., au moment où commençait l'orage, je consultai le galvanomètre; il indiquait d'abord un courant ascendant qui devint de plus en plus énergique. A 6 h. 52 m., à la suite d'un violent coup de tonnerre, le courant devint brusquement descendant et aussi énergique qu'avant le changement de direction. Puis presque aussitôt après, tout rentra dans l'état naturel. A 6 h. 58 m. et 7 h., nouveaux coups de tonnerre, avec courants descendants. Quelques minutes après, le tonnerre se fait entendre encore, mais cette fois le courant est redevenu ascendant. Il était 7 h. 13 m., l'électromètre accusait encore une quantité considérable d'électricité statique positive, mais le signe de cette électricité changea entre 7 h. 22 m. et 7 h. 25 m., pour redevenir positif après 7 h. 40 m., époque à laquelle le galvanomètre n'indiquait plus de courants.

«6 h. 20 m. du soir, forte averse; le galvanomètre marque 4° A et peu après 7° A; à 6 h. 45 m., éclairs et tonnerre; déviation du galvanomètre 48° A; l'aiguille se soutient ensuite à 37° A; à 6 h. 52 m., coup de tonnerre, l'aiguille du galvanomètre passe subitement à 41° B; à 6 h. 54 m., tonnerre, l'aiguille oscille de 18° de chaque côté du zéro; à 6 h. 58 m., nouveau coup, 36° B; à 7 h., tonnerre, 42° B; l'aiguille dépasse un peu ce point, puis revient lentement; à 7 h. 5 m., tonnerre, 20° A; à 7 h. 13 m., tonnerre, 24° A; à 7 h. 40 m., l'aiguille marque zéro.» (*Annales de l'Observatoire*, tome VI, p. 229.) Quand la tête de l'aiguille se porte vers B, le courant est *descendant:* quand elle se porte vers A, le courant est *ascendant*.

Dans l'exemple du 11 mars, cité plus haut, des observations ont été faites, au moment où la grêle avait cessé de tomber et où l'électromètre avait repassé à l'état négatif. L'intensité, très-énergique d'abord, a diminué graduellement en repassant à l'état positif.

Le 9 juillet 1851, à midi 20 m., des nuages de pluie venaient du SO, l'électromètre marqua successivement +9°,—25°,—32°,—38°. Les observations n'ont pas été continuées.

Le 14 janvier 1850, à midi 30 m., le ciel était à peu près complétement serein ; on voyait seulement quelques légers *cirrus* et l'électromètre marquait — 61°; à 2 h., — 56°; le ciel était à peu près également découvert. A 4 heures, même état du ciel, l'électromètre marque encore—65°. Point d'apparence de pluie ni d'orage au-dessus de l'horizon. Cette circonstance a été rappelée déjà dans un autre travail[1], de même que la suivante.

Le 16 septembre 1850, vers midi 10 m., le temps était beau, malgré un vent assez fort; l'électromètre indique successivement— 43°,—50°,—50°. Des tourbillons de poussière s'élèvent bientôt comme à l'approche des orages; des nuages légèrement cuivrés sont chassés rapidement par un vent d'est. A 12 h. 28 m., l'électromètre marque — 55°; puis, interrogé de 2 en 2 minutes, il donne— 68°,—68°,—65°. Il n'y a pas d'orage à l'horizon, mais la poussière et le vent augmentent; les nuages sont un peu déchiquetés au zénith.

Le 12 mai 1852, vers midi un quart, la même circonstance se reproduit; le vent soulève d'épais tourbillons de poussière; et sans qu'il y ait de pluie, l'électromètre mar-

[1] Sur le Climat de la Belgiq., 5me part., *des Pluies*, p. 61 et 62.

que successivement —48°, —48°, —27°, —25°. Le vent qui s'élève à l'approche des orages, et le tourbillonnement de la poussière et des corps légers semblent particulièrement dus aux effets de courants électriques.

Le 31 mai 1852, vers l'heure de midi, il tombe un peu de pluie; l'électromètre consulté à trois minutes d'intervalle, après cette chute d'eau, marque successivement +50°, +62°, +70°, +73°, +74°, +68°, +41°, +12°. Des nuages pluvieux continuaient à passer du sud au nord; un dixième du ciel seulement était découvert. Après cinq minutes d'intervalle, l'électromètre marque —31°, —30°.

J'ai déjà fait connaître avec détail les phases curieuses de l'orage du 14 juin 1852[1]; le lendemain 15 juin, un peu de pluie tomba encore vers l'heure de midi, et l'électromètre marquait —60°; vers 1 h. 55 m., quelques gouttes tombèrent de nouveau, à la suite desquelles on observa, au moyen du galvanomètre, un faible courant qui d'ascendant devint descendant.

Le 17 juin, vers 5 heures du soir, éclata un autre orage pendant lequel il y eut deux inversions; le courant d'ascendant devint descendant, pour redevenir ascendant encore; puis toute trace de courant disparut. Même observation, le 19 juin, vers 4 heures après midi[2].

Le 24 du même mois, un orage éclata de nouveau sur Bruxelles. A midi 10 minutes, au milieu de l'averse et des éclats du tonnerre, l'électromètre marquait +75°, point le plus élevé que pouvait indiquer l'instrument dont je me

[1] Sur le Climat de la Belgiq., 5e part., *des Pluies*, p. 65 et suiv.

[2] On trouvera ces détails dans le tome X des *Annales de l'Observatoire royal.*

servais en ce moment. A 12 h. 25 m., la *pluie avait cessé*, mais l'électromètre marquait encore + 75°, et les oscillations rapides de l'aiguille faisaient connaître combien l'électricité était intense. A 12 h. 30 m., même état du ciel et de l'instrument; cependant le nuage orageux a dépassé le zénith, et s'étend dans la direction du N.-E., où il verse de la pluie. A 12 h. 40 m., électricité + 75°, pluie au N.-E., éclairs du sud à l'ouest et au nord-ouest. A 12 h. 45 m., même état du ciel, l'électromètre indique toujours + 75°, mais les oscillations de l'aiguille sont moins rapides. A 12 h. 50 m., pluie à l'horizon; électricité + 50°.

Voyons maintenant les indications du galvanomètre. A 12 h. et un quart l'instrument accuse un courant descendant; à 12 h. 20 m., éclair et tonnerre, l'aiguille passe lentement à l'état opposé; la pluie continue, le courant devenu ascendant se prononce davantage. Après que la pluie a cessé, l'aiguille, par une suite d'oscillations, reprend son état ordinaire.

Le 29 juillet 1852, à midi 13 m., il pleut dans trois directions vers l'horizon est et sud-est, l'électromètre marque successivement —15°, —25°, —46°, —63°, —74°. Des nuages de pluie passent au zénith et se rattachent à ceux qu'on voit à l'horizon. Les nuages sud-est, qui versent de la pluie, se rapprochent constamment; à 12 h. 25 m., l'électromètre indique —75°, le plus fort degré de tension.

Le galvanomètre, au moment où on l'a observé, montrait un courant descendant qui est devenu ascendant; les mêmes observations se sont répétées le même jour vers 2 heures et demie après midi.

Le 6 août 1852, vers midi et un quart, pendant qu'on observe un peu de pluie à l'horizon, l'électromètre, consulté à différentes reprises, marque successivement 0°, 0°,

—60°, —60°, —40°, —38°, 0°, +11°. Le ciel est à peu près à demi découvert.

Le 21 avril 1853, à midi 20 m., pendant une pluie tranquille, un électromètre marque +41°, +58°, +65°, +72°, +76°. Le *maximum* que peut marquer l'instrument est 81°.

Le 8 mai 1853, vers l'heure de midi, il tombe de gros flocons de neige, circonstance assez rare pour la saison. Après la chute de cette neige, à 12 h. 20 m., l'électromètre indique —70°, —41°, —17°, 0° [1].

Le 23 décembre de la même année, j'eus l'occasion d'observer une autre chute de neige par une électricité également négative. Ce fait mérite d'autant plus d'être remarqué qu'il s'est présenté avec tous les caractères d'un orage ordinaire. Les observations électriques ont donné les valeurs suivantes :

12 h. 15 m.,	électromètre,	—58°, —72°;	la neige recommence à tomber, puis cesse peu à peu.
12 h. 28 m.,	id.,	—72°,	
12 h. 30 m.,	id.,	—72°;	la neige recommence.
12 h. 33 m.,	id.,	+55°;	la neige est plus intense.
12 h. 36 m.,	id.,	+72°;	idem.
12 h. 39 m.,	id.,	+75°;	idem.

La neige qui s'attache à l'instrument empêche, par son humidité, de continuer les observations.

Le 30 décembre de la même année, par une chute de neige et un vent très-fort, on observe encore de l'électricité négative [2].

[1] L'aiguille du galvanomètre, qui, à l'état d'équilibre, marquait 5° A, était passée, à 3 h., à 8° A, et le lendemain, à 11° A ; elle se maintient ensuite d'une manière permanente à 11° A.

[2] L'aiguille du galvanomètre, qui s'était maintenue à 1° A dans

Je ne prolongerai pas cette énumération, que l'on trouvera d'ailleurs avec plus de détails dans les *Annales de l'Observatoire*; je me bornerai à rappeler, du moins en partie, la description de l'ouragan du 28 juin 1853, que j'ai communiquée à l'Académie royale de Belgique[1], parce qu'elle peut répandre de nouvelles lumières sur la nature des courants électriques pendant ces sortes de phénomènes. Je donnerai ici les nombres tels qu'ils ont été observés.

La journée du 28 juin avait été remarquablement belle et la température élevée; le thermomètre centigrade qui, à midi, marquait 23°,3, s'était élevé successivement jusque vers 6 heures; il indiquait à cette époque 28°,0. Le psychromètre d'August indiquait, à 3 heures, une humidité de 59° seulement, et une tension de la vapeur de $15^{mm},88$; cette tension, à 9 heures du soir, était de $17^{mm},62$; et l'humidité de 83°,7. Il se forma ensuite quelques nuages orageux dans la direction du sud-ouest; et, après 8 heures, il tomba de larges gouttes de pluie. Cependant, à 9 heures, l'horizon se chargeait, dans la même direction, de gros nuages gris plombé, d'où partaient des éclairs presque continuels. Cette partie du ciel semblait illuminée par un vaste incendie, dont un nuage obscur cachait le foyer; elle était incessamment sillonnée par des traits de feu très-vifs et finement dentelés. Tout annonçait l'approche d'un violent orage.

Vers 9 h. 30 m., on entendit les premiers roulements d'un tonnerre éloigné, et presque aussitôt après le galvanomètre se mit à dévier.

la matinée, était passée, à 3 h., à 6° A; le lendemain seulement, elle est revenue à son état d'équilibre, 1° A.

[1] *Bulletins*, tome XX, 2me partie, p. 312, juillet 1853.

Électricité dynamique pendant l'orage du 28 juin 1853.

HEURES.	Galvanomètre [1].	OBSERVATIONS.
A 9 h. 30 m.	0°	*État d'équilibre* de l'aiguille. — Premiers roulements lointains du tonnerre.
32	4B	Faible courant *descendant*. — Baromètre 750mm,9, température 22°4.
36	8B à 2B	Le courant *descendant* augmente un peu.
42	8B à 4A	Idem.
46	10B à 6A	Idem.
48	17B à 12A	Idem.
50	10B à 10A	Jusqu'à 10 heures mêmes oscillations autour de l'*état d'équilibre*. — La pluie commence.
A 10 h. 1 m.	13A à 8B	Le courant devient *ascendant*. — Tonnerre, baromètre 749mm,8, température 22°,6.
5	19A à 13B	Puis 10A à 4B, 17A à 14B; le courant *ascendant* continue. — Tonnerre.
9	30A à 0	Courant *ascendant* plus fort. — Pluie très-intense, grand vent.
10	65B à 5A	Le courant change brusquement et devient *descendant*. — Coup de tonnerre sec 1.
11	»	Une forte grêle succède à la pluie; l'ouragan sévit avec le plus de violence.
13	18A à 14B	Puis 35A à 30B; 29A à 1B le courant redevient *ascendant*.
15	40B à 14A	Puis 40B à 4A; le courant est de nouveau *descendant*.
16	40B à 5B	Puis 32B à 10B, 27B à 11B, et jusqu'à 10 h. 19 m. oscillations de 20B à 30B, fort courant *descendant*.
20	»	L'orage s'éloigne, mais la pluie recommence.
24	10B à 10A	Le tonnerre cesse, sauf quelques roulements lointains.
30	15B	Puis oscillations entre 0 et 10B jusqu'à 10 h. 40 m., faible cour. *descendant*. — Nouveau coup de tonn.
43	1B à 18B	Tonnerre.
44	»	Forte pluie pendant quelques instants.
49	20A à 17B	Courant *ascendant*. — Tonnerre.
50	30B à 7B	Le courant redevient *descendant*.
55	25B à 18B	Puis 35B à 15B. 25B à 13B; le courant *descendant* continue.
A 11 h. 0 m.	10B à 15B	Faible courant *descendant*. — La pluie cesse.
15	10B	*État d'équilibre ?* — Tonnerre.
18	20A à 0	Courant *ascendant*.
22	60B à 5B	Le courant change et devient *descendant*.
25	10B	*État d'équilibre*. — Roulements lointains de tonnerre.

[1] Au commencement des observations, l'aiguille, dans son état d'équilibre, marquait 0°; on s'est aperçu, après l'orage, qu'elle avait dévié de 10° vers B, probablement sous l'influence du fort coup de tonnerre sec entendu à 10 h. 10 m. Les nombres donnés dans le tableau n'ont pu être corrigés de ce chef, et, par conséquent, il existe du doute sur le sens du courant quand il était faible.

Le lendemain, on s'est aperçu que l'aiguille du galvanomètre était restée déviée de 10 degrés sous l'influence des courants électriques.

C'est alors seulement que l'on put juger des ravages exercés par le passage de l'ouragan : le jardin de l'Observatoire était couvert de débris d'arbres; des carreaux avaient été brisés : un grand peuplier avait été déraciné et renversé par l'orage. Mais les dégâts étaient beaucoup plus considérables le long des boulevards, dans le parc, le long de l'Allée-Verte et surtout dans l'avenue qui conduit vers Laeken : vingt-trois grands arbres y avaient été déracinés et quinze autres avaient également été renversés dans un champ attenant à la route. Tous ces arbres étaient couchés dans la direction du vent, de l'O-S-O. à l'E-N-E.

On a remarqué, vers 10 h. trois quarts, que les troncs des arbres, dans la rue des Palais, étaient lumineux par parties comme s'ils étaient phosphorescents.

La foudre est tombée à différentes reprises sur plusieurs points de Bruxelles et des environs, mais sans occasionner de grands dégâts. Il n'en a pas été de même du vent et de la grêle : des arbres déracinés, des carreaux brisés, des toitures endommagées, marquaient partout les traces de leur passage.

On a remarqué que le thermomètre, qui avait graduellement baissé depuis 6 heures du soir, et qui, à 9 heures, marquait 22°,8, a monté un peu pendant l'ouragan, pour descendre encore immédiatement après.

Le baromètre marquait à midi 753^{mm},5 ; il baissa graduellement jusque vers 10 heures du soir, et il marquait alors 749^{mm},8; il remonta ensuite, et vers 11 heures, il éprouva encore un léger mouvement de baisse.

Lors de la chute des *grêlons*, à 10 h. 10 m., un certain

nombre d'entre eux fut lancé à l'intérieur d'une maison dans le voisinage de l'église Sainte-Gudule ; ils étaient tous de forme lenticulaire, déprimés et légèrement concaves sur les deux faces, en sorte que le bord formait bourrelet; les deux faces concaves étaient lisses, tandis que le bourrelet était rugueux, inégal. Présentés à la lumière, ils avaient l'aspect de morceaux de glace parfaitement transparents ; au centre seulement on apercevait quelques petites veines opaques qui semblaient rayonner du centre. Les plus grands pouvaient avoir approximativement 12 à 14 millimètres de diamètre sur 4 à 5 d'épaisseur.

La *force du vent* à 10 heures et quart, d'après l'appareil d'Osler, correspondait à une pression de 10$^{\text{kil.}}$,65 sur une surface d'un pied anglais de côté.

La *quantité d'eau* recueillie sur la terrasse et tombée pendant l'orage seul a été de 9^{mm},80.

En résumé, d'après tous les renseignements que j'ai pu recueillir, l'ouragan du 28 juin avait pris naissance en France. A Valenciennes, il a exercé des dégâts nombreux qui ont été constatés par les journaux[1] ; presque en même temps, il envahissait nos frontières du côté de Hensies et de Quiévrain et s'étendait sur un espace compris entre Mons et Tournay. Des désastres nombreux ont été signalés entre ces villes ; à Antoing, Calonne, St-Maur, Guegnies, les récoltes ont été hachées par la grêle. L'ouragan marcha rapidement, de l'O-S-O vers l'E-N-E, par Ath, Enghien, Hal, Saintes, Lennick, Molenbeek-Saint-Jean, Bruxelles,

[1] « A dix heures moins un quart, dit l'*Echo de la frontière* de Valenciennes, une grêle effroyable, venant de l'ouest, est venue briser toutes les vitres placées dans cette direction, les châssis, les lanterneaux, etc., et mettre, en quelques instants, la ville dans un état à peu près semblable à celui qui résulte d'un siége. »



Laeken, Haeght, se dirigeant vers la Campine, qui probablement aura servi de limite à son parcours, car aucun sinistre n'a été renseigné de ce côté.

D'après les journaux, l'ouragan, dans sa plus grande intensité, éclatait à Valenciennes vers 10 heures moins un quart; il passait sur Bruxelles à 10 heures 11 minutes. En moins de 26 minutes, il avait donc parcouru les vingt lieues qui séparent les deux villes. Ce qui fait une vitesse d'environ cinquante lieues de France par heure; c'est, en effet, la vitesse que l'on attribue aux ouragans. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que le champ des désastres se resserrait, à mesure que le phénomène avançait dans sa marche.

Cet ouragan a présenté, comme on voit, plusieurs phases ou plusieurs orages qui se sont succédé presque immédiatement, en sorte que les courants ont eu plus d'inversions qu'on en remarque communément.

C'est certainement à tort que, dans la plupart des traités de physique et de météorologie, on partage les pluies, en *positives* et en *négatives* d'après la nature de l'électricité qu'on a recueillie au moment d'une observation. Je ne puis que,répéter ici ce que j'ai dit ailleurs : « pendant une même pluie, selon l'instant où l'on observe, on peut avoir de l'électricité, soit positive, soit négative; cette électricité, pendant les averses, est en général très-énergique. Si on la recueille au moment d'une inversion de signe, elle peut être nulle ou à peu près nulle; ces inversions, du reste, sont toujours de très-courte durée[1]. » On n'aurait pas moins tort de dire sur la foi d'une observation faite au galvanomètre, que tel orage est à courant descendant ou ascendant. Il me semble qu'on peut résu-

[1] Sur le Climat de la Belgique, chap. *des Pluies*, p. 67.

mer ce qui appartient à l'effet d'un nuage orageux dans la forme la plus générale, en le considérant ainsi qu'il suit.

Quand l'air est parfaitement pur, les couches supérieures sont électrisées positivement par rapport aux couches inférieures ; et, en considérant la surface de la terre, comme étant à l'état neutre, la tension des couches de l'atmosphère croît à mesure qu'on s'élève. Maintenant supposons un nuage électrisé positivement, placé dans une pareille atmosphère, et tâchons de nous rendre compte de ce qui arrive.

D'après l'observation, tout se passe comme si le nuage orageux était entouré d'une couche électrique négative. L'épaisseur de cette couche ne doit pas être partout la même ; car la surcharge positive du nuage qui la détermine ou du moins qui la maintient[1], ne doit pas se trouver également répartie, d'abord à cause de la forme plus ou moins anguleuse du nuage, et puis parce que, dans la partie supérieure du nuage, la surcharge sera refoulée en partie par l'électricité des couches supérieures de l'atmosphère. Cet effet sera d'autant plus prononcé qu'en suivant la périphérie du nuage, on se rapprochera davantage de sa partie inférieure, dirigée vers la terre. Les couches d'air avoisinantes ainsi que la surface de la terre, seront donc relativement dans un état négatif beaucoup plus prononcé que si le nuage n'existait pas, et la différence sera beaucoup plus sensible que dans le haut du nuage.

Il est évident, du reste, que la largeur de la zone électrique négative et l'intensité de l'électricité qu'on y observe, de même que celle du nuage, doivent dépendre en grande partie de l'état hygrométrique de l'air. J'ai réuni

[1] Je ne prétends point expliquer le fait, je cherche à en concevoir plus facilement les effets.

des éléments pour mesurer la largeur moyenne de la zone négative, en faisant usage de la vitesse du nuage, de l'instant où l'électricité devient négative et de l'instant où elle repasse à l'état positif. Mais ces sortes d'appréciations sont difficiles et ne peuvent être basées que sur des faits très-nombreux.

Arrêtons-nous plus spécialement à l'instant où le nuage, surchargé positivement, vient à verser de la pluie ; il arrivera que les gouttes, en tombant, porteront à terre l'électricité du nuage et avec d'autant plus d'abondance que la pluie sera plus forte. Tant qu'il ne tombe que quelques gouttes, cette eau ne tend qu'à paralyser en partie les effets de l'atmosphère négative qui entoure le nuage et qui agit sur l'électromètre; si l'on observe l'instrument dans cet instant, on pourra être disposé à croire que la pluie est négative. Le changement de signe de l'électricité est, en quelque sorte, graduel. Dans une averse, le changement est presque toujours instantané, et le passage par *zéro* est pour ainsi dire insaisissable.

Dans cet état de choses, tous les observateurs qui se trouvent au-dessous du nuage et dans la région où il pleut fortement, doivent observer de l'électricité positive. Sur la lisière de la région où ils sont placés, l'électromètre marque *zéro*; puis, il accuse de l'électricité négative plus ou moins énergique. Cette zone négative est elle-même limitée par une ligne où l'électromètre marque une seconde fois *zéro* ; et, plus loin, il accuse de l'électricité positive croissante jusqu'à ce qu'on soit en dehors de l'influence du nuage.

Quand le nuage est assez bas pour toucher la surface de la terre, l'électromètre accuse l'électricité du nuage même ; l'expérience se fait dans le brouillard, qui, comme

l'on sait, donne une électricité positive très-intense. Cependant le nuage, par son contact avec le sol, doit tendre à perdre rapidement son état électrique.

Pour des nuages positifs fort élevés, donnant quelques gouttes d'eau seulement, l'atmosphère négative qui les entoure peut ne pas étendre son action jusqu'à la terre, surtout si la surcharge électrique est faible.

Quand le nuage rencontre des montagnes, il s'y porte d'autant plus vivement que les sommets ont une tension négative plus marquée, et il y adhère, comme les médiocres conducteurs, en cédant successivement son électricité.

Voilà ce qui s'observe sous le rapport de l'électricité *statique*. Consultons maintenant le galvanomètre, et étudions le phénomène sous le rapport de l'électricité *dynamique*. Quand le nuage approche, et lorsqu'il commence à passer, l'instrument donne, en général, des indications de courants ascendants : l'électricité du sol se trouve attirée vers le nuage, et quelquefois la poussière est vivement soulevée; mais quand la pluie tombe plus abondamment, le courant devient descendant, l'eau du nuage amène l'électricité positive vers le sol : à chaque coup de tonnerre ou plutôt à chaque éclair, le courant passe avec plus d'énergie et l'aiguille du galvanomètre est parfois rejetée avec force contre ses arrêts. Il arrive même que l'état magnétique de l'aiguille se trouve altéré d'une manière durable.

Pendant que le nuage orageux s'éloigne, les phénomènes manifestés par le galvanomètre se produisent dans un ordre inverse.

Avant même l'arrivée du nuage orageux, comme après son passage, le galvanomètre donne des indications prononcées à chaque éclair, ou à chaque explosion électrique,

qui met le nuage en rapport avec le sol. Quelquefois aussi le sens du courant est interverti.

Si l'on supposait le nuage électrisé négativement, il serait facile, d'après ce qui vient d'être dit, de se rendre compte des phénomènes qui devraient se produire. Je ferai observer seulement qu'en général les nuages orageux sont électrisés positivement[1].

Les nuages qui seraient exclusivement négatifs, devraient, toutes choses égales, échapper davantage à nos observations et se trouver dans des régions plus élevées. Ces nuages, en effet, placés entre la terre, relativement négative, et les régions supérieures, fortement positives, doivent se porter vers ces dernières; et leur ascension ne doit s'arrêter que quand il y a équilibre entre les forces électriques et la tendance des nuages à descendre.

Dans tout ce qui précède, j'ai pris le phénomène dans sa forme la plus simple; je n'ai considéré que l'action d'un seul nuage; mais il sera facile de se rendre compte de ce qui arriverait si plusieurs nuages étaient en présence sans

[1] M. Palmieri nie absolument l'existence des nuages négatifs: « *Levate finalmente la idea delle nubi cariche di elettricità negativa, che secondo il Peltier si distinguerebbero dal colore, e non prestate più fede alla elettricità negativa del cielo sereno; alla quale anch'io avea creduto, adagiato sopra proprie osservazioni eseguite in luogo meno opportuno; et persuadete vi che quando si osserva elettricità negativa durevole, sia a cielo sereno, sia a cielo nuvoloso, si può essere sicuro, che entro un cerchio che abbia per centro il luogo delle osservazioni, e per raggio una lunghezza di circa* 30 *miglia, sta in atto cadendo la pioggia, la grandine o la neve.* » (ELETTRICITA ATMOSPHERICA, page 6.) J'ai déjà rappelé plus haut que, dans plusieurs circonstances, j'ai observé de l'électricité négative pendant des averses comme pendant des pluies continues. J'aurais peine à concilier ces faits avec l'hypothèse de nuages exclusivement positifs.

faire partie du même système électrique. Supposons, par exemple, deux nuages, électrisés positivement et superposés : ils vont agir par influence, et la partie inférieure du nuage le plus élevé sera fortement positive par rapport à la partie supérieure du nuage le plus bas. Ce dernier, à son tour, sera à l'état négatif dans le haut et à l'état positif dans la partie dirigée vers la terre; l'état de la couche d'air interposée entre les deux nuages subira également leur influence, et dépendra de l'épaisseur et de l'état hygrométrique de cette couche. Ce sera aussi de ces circonstances que dépendra le passage graduel, ou violent et instantané, de l'électricité d'un nuage à l'autre.

Si les nuages orageux, au lieu d'être superposés, se trouvaient côte à côte et à la même hauteur, ils s'influenceraient latéralement, et l'on s'expliquerait encore les actions qui naîtraient de ces sortes d'influences, dans l'hypothèse de nuages plus ou moins chargés d'électricité, plus ou moins positifs l'un relativement à l'autre. Ces sortes d'actions d'un nuage orageux à l'autre rendent parfois les phénomènes très-complexes, et font que plusieurs orages peuvent se mêler et donner lieu à de fréquents changements dans les signes électriques et dans la nature des courants. C'est ce qui a eu lieu évidemment dans l'orage du 28 juin 1853, dont il a été parlé plus haut, ainsi que dans l'orage du 14 juin 1852.

La nature et la hauteur des nuages jouent nécessairement un grand rôle dans les phénomènes électriques de l'atmosphère; je me réserve de parler de ce sujet intéressant dans la partie du *Climat de la Belgique* qui suivra et qui traitera des nuages.

Sur l'égalité de vitesse que prennent les courants électriques de tensions différentes dans le même conducteur métallique, par M. Melloni[1].

M. Faraday a vu une confirmation de sa théorie sur la conductibilité dans la diminution de rapidité qui se manifeste dans les télégraphes souterrains ou sous-marins, relativement aux télégraphes aériens. Voici en peu de mots son raisonnement.

La conductibilité électrique consiste en une série d'inductions moléculaires qui se propagent successivement d'une extrémité du corps à l'autre. Or, si l'induction vient à être partiellement déviée de sa direction longitudinale, et employé latéralement, la tension diminue dans le sens de la propagation et avec elle la rapidité du fluide le long du conducteur.

Cette relation intime, admise par Faraday, entre la tension et la vitesse du fluide, ne m'a pas paru suffisamment justifiée par ses belles expériences, et, en répondant à cet illustre physicien, j'ai indiqué une expérience destinée à éclaircir directement la question.

En effet, mettons de côté toute considération relative

[1] C'est avec une bien vive douleur que nous annonçons à nos lecteurs la mort de l'illustre physicien auteur de l'article que nous publions aujourd'hui. M. Melloni a succombé le 12 août dernier à une attaque de choléra; il n'était âgé que de 53 ans. Il est mort à Portici, près de Naples, où il avait fixé son domicile depuis qu'il avait quitté l'Observatoire météorologique. Nous essayerons prochainement de rappeler les services importants que M. Melloni a rendus à la science, par une notice un peu détaillée de ses travaux et de sa vie scientifique. (R.)

aux différences observées dans les conducteurs télégraphiques de constructions diverses, et occupons-nous uniquement de la transmission des courants plus ou moins intenses dans le même fil métallique.

On sait que l'action magnétique des courants dépend à la fois de la *quantité* du fluide électrique qui circule et de sa *tension*. Dans les courants produits par l'électricité voltaïque, la quantité croît avec la dimension des éléments, et la tension avec leur nombre. Si donc il était possible de se procurer deux piles, l'une composée d'un grand nombre de petits éléments, et l'autre d'un petit nombre d'éléments à grande superficie, dont les courants posséderaient la même force électro-magnétique, après avoir parcouru toute l'étendue d'une longue ligne télégraphique, en comparant les temps nécessaires à la manifestation finale de leur action respective sur l'aiguille aimantée, on verrait si la tension influe ou n'influe pas sur la rapidité du fluide électrique.

M. Faraday me promit d'intercéder auprès de la Compagnie anglaise des télégraphes électriques, pour y faire essayer l'expérience. Cette proposition venant d'un homme aussi éminent, fut accueillie favorablement, et l'on se mit à l'œuvre au bout de quelques semaines. On m'a transmis les bandes de papier contenant les signes dessinés par le télégraphe, même sous l'action successive de courants électriques de tensions différentes. Voici les deux lettres qui accompagnaient ces documents originaux.

Institution Royale, 2 juin 1854.

« Mon cher Melloni,

...... « M. Latimer Clark a fait l'expérience que vous avez demandée et écrit un compte rendu des résultats; je vous envoie le tout ci-joint. Il est très-difficile d'avoir les

lignes complétement libres, pendant un certain intervalle de temps, en sorte que l'on a dû attendre les occasions favorables et opérer le mieux possible à plusieurs reprises, sans que j'aie pu assister aux expériences. Mais je crois que vous serez satisfait, et vous pouvez avoir pleine confiance dans l'exactitude de ses observations.

Votre affectionné M. FARADAY.

COMPAGNIE DES TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES
(*fondée en* 1846).

Bureau des Ingénieurs, 408, West-Strand.
Londres, 31 mai 1854.

« *M. Latimer Clark au professeur Faraday.*

« J'ai fait quelques expériences sur les vitesses comparées des courants de différentes tensions, et je vous envoie les bandes de papier qui montrent les résultats. Je n'ai pas réussi à rendre égales les déviations du galvanomètre produites par les courants les plus intenses, c'est-à-dire ceux qui dérivent d'un grand nombre de petites lames, avec celles qui proviennent d'un petit nombre de lames de grande surface. Je fais allusion en cela à la forme d'expérience suggérée par M. Melloni; mais je crois que les résultats l'intéresseront néanmoins.

« Les expériences ont été exécutées sur une longueur de 768 milles de fil métallique recouvert de gutta-percha, sur la ligne qui va de Londres à Manchester, et revient ici deux fois; avec nos piles ordinaires à sulfate de cuivre, dont les éléments ont trois pouces carrés, et avec des tensions qui ont varié de 31 couples à environ 16 fois ce nombre, soit 500 couples.

« Dans les bandes dont j'ai parlé, la ligne supérieure produite par un mécanisme local, indique le commencement de l'expérience et le temps durant lequel le courant était transmis.

« La seconde ligne (de points) indique le temps en secondes et provient de la détente d'une petite roue touchée par un pendule, à chaque fois qu'il passe par le centre de l'arc d'oscillation.

« La troisième ligne montre l'instant où le courant apparaît à l'extrémité que nous appelons *extrémité éloignée* (distant end) de la ligne de 768 milles de fil.

« La quatrième ligne indique enfin le reste de la décharge de l'*extrémité approchée* (near end) du fil, que l'on plaçait en communication avec la terre, dès que l'on avait interrompu la communication avec la pile. Cette ligne n'a aucun intérêt pour le sujet de nos recherches actuelles. Or on voit, au moyen de la troisième ligne que, dans tous les cas, il s'est écoulé environ deux tiers de seconde avant que l'action devînt apparente à la distance de 768 milles, ce qui correspond à une vitesse d'environ 1000 milles par seconde. Cette vitesse est donc sensiblement égale, quelle que soit la tension du courant électrique..... »

Comme les traces dont il est question dans la lettre de l'ingénieur Clark présentent toutes la même apparence, et diffèrent uniquement par les annotations qui portent le nombre et les dimensions des couples employés et d'autres observations secondaires, je me borne à transcrire ci-dessous le *fac-simile* des deux observations extrêmes, qui sont pour nous les plus essentielles.

31 couples.

500 couples.





Je rappellerai en premier lieu que les lignes continues sont produites par des plumes ou styles de fer, adaptés au télégraphe imprimeur de Bain, qui laisse une impression stable sur la bande de papier préparée chimiquement et animée d'un mouvement uniforme, par un mécanisme d'horlogerie.

Je ferai observer ensuite l'importance de la traduction du temps en langage graphique, au moyen de l'artifice ingénieux et nouveau de M. Clark; chacun peut voir ainsi d'un coup d'œil la fraction de seconde qui s'est écoulée entre l'instant où le courant a pénétré dans l'*extrémité rapprochée* du fil, et l'instant de son arrivée à l'*extrémité éloignée*.

Je ferai remarquer enfin, que le mode de signes électro-chimiques, adopté par l'ingénieur Clark, a heureusement rendu inutile la précaution que je croyais indispensable au succès de l'expérience.

En réalité, il est certain que la perturbation de l'aiguille aimantée, l'aimantation du fer doux, l'attraction des branches qui arrêtent le mouvement des roues dentées, en un mot, que toute action électro-magnétique exige une certaine quantité de force qui peut provenir, non pas seulement de la première impulsion d'un courant suffisamment intense, mais aussi de la somme des impulsions successives d'un courant plus faible. Ainsi, il pouvait très-bien arriver que les effets sensibles manifestés à l'extrémité de la ligne parcourue par le courant d'une pile de 31 éléments, apparussent plus tard que ceux d'une pile de 500 éléments, sans que pour cela on pût nécessairement conclure à une vitesse du dernier courant plus grande que celle du premier. C'est pour cela que je conseillais de compenser par la grandeur des surfaces l'infériorité de force provenant de l'emploi d'un plus petit nombre d'éléments.

Mais dans les conditions expérimentales que M. Clark a adoptées, l'action chimique de la pile de 31 couples, quoique plus faible que celui de la pile de 500 couples, est cependant suffisamment distincte, dès le commencement de son action, et elle justifie la conclusion de l'habile ingénieur, relativement à l'égalité de vitesse des courants électriques, quelle que soit leur tension.

Parmi les bandes qui m'ont été envoyées, il s'en trouve une seule qui semble indiquer que le courant provenant d'une pile de 62 couples de 12 pouces carrés de surface (formée par la réunion de quatre rangs de 16 couples ordinaires de 3 pouces), a pris une vitesse un peu moins grande que les autres. Mais comme toutes les expériences ont été répétées deux fois, et que la seconde observation faite dans les mêmes conditions n'indique pas le même retard, il est extrêmement probable que l'anomalie provient de quelque différence tout à fait accidentelle et peut-être négligée.

Dans quelques expériences, M. Clark a fait passer le courant par deux galvanomètres de la Compagnie (la construction et la dimension de ces instruments n'est pas indiquée), avant de l'introduire dans le conducteur, et il n'a trouvé aucune différence dans le temps de la propagation; on pouvait s'y attendre en raison de la faible résistance du galvanomètre, relativement à la ligne télégraphique.

Il résulte donc de là que, lorsque l'électricité à l'état de courant possède une force suffisante pour vaincre la somme des résistances d'un conducteur d'une longueur quelconque, sa vitesse de propagation n'est point changée lorsqu'on augmente 15 ou 20 fois sa tension.

Ce fait est en contradiction ouverte avec la signification

que l'on donne généralement aux expressions de *quantité* et de *tension*, attendu que par la première on compare la masse d'électricité à celle d'un fluide, et que par la seconde on désigne son élasticité ou sa tendance au mouvement.

L'égalité de vitesse des courants de tensions diverses est au contraire un excellent argument en faveur de l'opinion qui suppose les courants électriques analogues aux vibrations de l'air sous l'action du corps sonore. En effet, de même que les sons plus ou moins graves ou aigus parcourent dans l'air le même espace dans le même temps, quelle que soit la longueur ou l'intensité des ondes formées dans l'air par les pulsations du corps sonore, de même aussi, les vibrations plus ou moins rapides que le fluide électrique subirait sous l'action d'électromoteurs composés d'un plus ou moins grand nombre d'éléments, se propageraient avec la même rapidité dans les conducteurs.

On voit ainsi que les hypothèses que nous imaginons pour expliquer les phénomènes naturels servent quelquefois à suggérer certaines recherches expérimentales qui conduisent à la démonstration de leur valeur ou de leur insuffisance.

Je terminerai en concluant que la différence de vitesse observée entre les courants électriques transmis par des conducteurs suspendus dans l'air ou enfoncés dans le sol, et entourés d'une double couche de matière isolante et conductrice, provient uniquement d'une augmentation de capacité. En d'autres termes, l'induction latérale exige une certaine proportion d'électricité, et la marche du courant dans la direction de la longueur est d'autant plus retardée, que la quantité de l'agent nécessaire à la production du phénomène est plus considérable.

On comprend aussi comment il résulte de l'égalité de vitesse de tous les courants dans le même fil métallique, que les courants électriques de tensions diverses conservent dans les conducteurs souterrains les mêmes rapports de quantité qu'ils possèdent dans les conducteurs aériens; puisque la portion d'électricité déviée vers les parois sous les mêmes conditions dynamiques, en vertu de l'induction, y étant retenue *par une force de réaction*, doit nécessairement varier proportionnellement à l'intensité du fluide qui circule.

SUR LA FORCE OSMOTIQUE.

PAR

M. le Professeur GRAHAM[1].

On a donné ce nom à la force qui imprime aux liquides un mouvement à travers des membranes humides et d'autres diaphragmes poreux dans les expériences d'endosmose et d'exosmose. On a montré qu'en plaçant une dissolution de sel d'un côté d'un diaphragme poreux, et de l'eau pure de l'autre côté (condition de l'osmomètre de Dutrochet lorsqu'il est rempli d'une dissolution saline et plongé dans l'eau) le passage du sel à l'extérieur s'effectue entièrement par *diffusion*, et qu'une membrane mince n'empêche pas sensiblement ce phénomène moléculaire. Les particules salines à l'état liquide participent seules à ce mouvement, et l'eau qui les tient en solution est entièrement passive : de plus amples explications seraient inutiles. D'autre part, le

[1] Traduit des *Proceedings of the Royal Society*, vol. II, n° 4, page 83.



transport d'eau à l'intérieur agit sur des masses assez considérables de liquide, et c'est là le seul mouvement qui peut être considéré comme un courant. C'est là l'osmose et l'effet de la force osmotique que nous avons à discuter.

La diffusion est toujours composée d'un double mouvement, car tandis que le sel se diffuse au dehors, une certaine quantité d'eau correspondante se diffuse nécessairement au dedans. On pourrait donc supposer que la diffusibilité est la force osmotique. Mais la quantité d'eau qui pénètre de cette manière dans l'osmomètre est toujours dans un certain rapport avec la proportion de sel qui s'en échappe, et peut à peine surpasser quatre ou six fois le poids du sel; or, la quantité totale d'eau qui entre dans l'osmomètre est souvent plus de cent fois plus grande que la quantité de sel qui en sort. La diffusion est par conséquent tout à fait insuffisante pour expliquer le courant d'eau.

La théorie qui rattache l'osmose à la capillarité, ne paraît pas mieux fondée : lorsqu'on étudie la capillarité avec soin on ne reconnaît pas de grandes inégalités entre les différents fluides aqueux et plusieurs des dissolutions salines qui donnent lieu à la plus grande osmose ne peuvent se distinguer de l'eau pure par leur ascension capillaire.

Deux séries d'expériences ont été entreprises : dans la première ont s'est servi d'un diaphragme minéral poreux, et dans la seconde d'une membrane animale. L'osmomètre de terre consistait en un vase cylindrique poreux, tel que ceux qu'on emploie dans les piles voltaïques ; il avait environ 5 pouces de profondeur, il était surmonté d'un tube de verre ouvert de 0^{po},6 de diamètre adapté à la

partie supérieure du vase poreux au moyen d'une pièce en gutta-percha. Pour faire l'expérience on remplissait le cylindre jusqu'à la base du tube de verre avec une dissolution saline, et on le plaçait immédiatement dans un grand vase d'eau plein distillée ; comme le fluide contenu dans l'intérieur de l'instrument s'élevait dans le tube pendant l'expérience, on ajoutait de l'eau dans le vase extérieur afin d'éviter toute inégalité de pression hydrostatique. L'élévation (ou l'abaissement) du liquide dans le tube était parfaitement uniforme lorsqu'on l'observait d'heure en heure, et, en général, l'expérience était terminée au bout de cinq heures. Un certain nombre d'expériences sur des solutions de beaucoup de différentes substances solubles a montré que l'élévation ou l'osmose est, en général, tout à fait insignifiante pour les substances organiques neutres, telles que le sucre, l'alcool, l'urée, le tannin, etc. Il en est de même pour les sels neutres des terres et des métaux ordinaires, pour les chlorures de sodium et de potassium, les nitrates de potasse et de soude et le chlorure de mercure. Les acides chlorhydrique, nitrique, acétique, sulfureux, citrique et tartrique présentent une osmose plus sensible, mais encore très-modérée. Le phénomène est plus marqué avec les acides minéraux plus énergiques, tels que les acides sulfurique et phosphorique, ainsi qu'avec le sulfate de potasse ; qui, à leur tour, ont moins de puissance que les sels de potasse ou de soude possédant une réaction, soit acide, soit alcaline, telle que le bioxalate de potasse, le phosphate de soude et les carbonates de potasse et de soude. On a trouvé que les substances fortement osmotiques agissent avec plus de facilité lorsqu'elles sont en petite proportion : elles présentent, en général, la plus forte osmose lorsque la

dissolution contient un quart pour cent de sel. Le phénomène de l'osmose est donc caractéristique des dissolutions faibles. Ces mêmes substances sont toujours aussi des corps chimiquement actifs, et elles possèdent des affinités qui leur permettent d'agir sur la matière du diaphragme de terre. Après que l'osmose s'est produite on trouve de la chaux et de l'alumine dans la dissolution, et la corrosion du diaphragme semble être une condition nécessaire de l'existence du courant. Des diaphragmes formés d'autres matières, telles que du carbonate de chaux pur, du gypse, du charbon comprimé et du cuir de semelle tanné n'ont pas présenté d'osmose quoiqu'elles soient poreuses, parce que, apparemment, les solutions salines n'exercent pas d'action chimique sur elles. La capillarité seule était évidemment incapable de produire le mouvement du liquide et la force motrice paraissait résider dans l'action chimique.

L'endosmose électrique de Porett, qui a été récemment définie avec une grande clarté par M. Wiedemann, semble indiquer que l'eau possède une constitution chimique particulière, ou, tout au moins, qu'elle est susceptible de prendre cette constitution lorsqu'elle est polarisée, et qu'elle agit chimiquement sur d'autres substances. Un nombre d'atomes d'eau, considérable mais variable cependant, sont associés ensemble pour former une molécule d'eau liquide, dont un atome d'oxygène forme le radical négatif analogue au chlore et demeure à part, tandis que tous les autres atomes forment un radical basique ou positif contenant en définitive un équivalent d'hydrogène qui n'est pas neutralisé et qui lui donne l'affinité basique comme cela a lieu dans beaucoup de radicaux organiques. Maintenant c'est ce radical basique

volumineux qui se transporte dans la décomposition électrique de l'eau pure, et se décompose en hydrogène gazeux et en eau au pôle négatif, en produisant cette accumulation d'eau qu'on y observe. En même temps l'oxygène seul se rend au pôle positif en suivant une direction opposée. On remarque aussi que les acides et les alcalis en dissolution sont combinés chimiquement avec une grande quantité d'eau d'hydratation : l'acide sulfurique, par exemple, développe de la chaleur lorsqu'on lui ajoute un cinquantième équivalent d'eau. Dans la combinaison des corps de cette nature on ne tient, en général, aucun compte de la disposition de l'eau. On a considéré l'osmose comme dépendant de ces résultats secondaires des combinaisons, c'est-à-dire du grand nombre ou des proportions volumineuses des molécules d'eau contenues dans ces composés. Le diaphragme poreux est le moyen de mettre en évidence l'osmose, soit électrique, soit ordinaire, c'est-à-dire ce mouvement du liquide qui accompagne les combinaisons et les décompositions chimiques.

Quoique la nature et la manière d'agir qui produit l'osmose reste encore très-obscure, l'emploi de diaphragmes formés par des membranes animales jette une vive lumière sur ce sujet. On a trouvé qu'une vessie de bœuf prend une beaucoup plus grande activité, et agit avec plus de régularité lorsqu'elle est préalablement dépouillée de sa couche musculaire extérieure. Du calicot de coton, imprégné d'albumine liquide, et exposé ensuite à une chaleur suffisante pour coaguler cette substance forme un diaphragme excellent, assez imperméable et ressemblant en tout point à une membrane. L'osmomètre était bulbiforme comme à l'ordinaire, mais la membrane était soute-



nue par une plaque de zinc perforée, et l'instrument muni d'un tube de diamètre considérable. Le diamètre du tube étant le dixième de celui de l'ouverture, c'est-à-dire du disque de membrane exposé aux liquides, une élévation de 100^{mm} dans le tube indiquait que la quantité d'eau qui avait traversé la membrane et pénétré dans l'osmomètre couvrirait toute la surface de la membrane d'une épaisseur de 1^{mm}. Ces divisions du tube en millimètres sont les degrés de l'osmomètre, et ont la même valeur dans tous les instruments.

Il y a plusieurs points d'analogie entre l'osmose des membranes et l'osmose de la terre poreuse. La membrane est constamment soumise à une décomposition et son action osmotique peut s'épuiser. Les sels et les autres substances capables de subir une grande osmose, sont toutes des substances chimiquement actives, tandis que la grande masse des substances organiques neutres et des sels métalliques monobasiques et complétement neutres, tels que le chlorure de sodium, possèdent seulement une faible action, ou sont tout à fait inertes. Les substances actives sont aussi relativement plus efficaces lorsqu'elles sont en petite proportion. Lorsqu'on emploie une solution convenable, l'osmose ou passage du fluide se produit avec une rapidité dont on n'avait pas rencontré d'exemple dans ces expériences. Avec une dissolution contenant un dixième pour cent de carbonate de potasse dans l'osmomètre l'élévation du liquide dans le tube était de 167 degrés, et elle atteignait 206 degrés en 5 heures lorsque la dissolution contenait 1 pour cent du même sel. Avec une autre membrane, et une solution plus concentrée, l'élévation était de 863 millimètres dans le même temps, et la quantité d'eau qui avait traversé la membrane

aurait été suffisante pour en couvrir toute la surface d'une épaisseur de $8^{mm},6$. L'action chimique exercée sur la substance de la membrane doit être différente sur la surface intérieure et sur la surface extérieure pour pouvoir produire l'osmose, et, d'après les hypothèses qui expliquent le mieux le phénomène, l'action des deux côtés n'est pas seulement inégale en force, mais diffère aussi de nature. Il se produit à la surface intérieure une action alcaline sur la substance albumineuse de la membrane et une action acide à la surface extérieure. La conclusion empirique la plus générale que l'on puisse formuler, c'est que l'eau s'accumule toujours du côté alcalin ou basique de la membrane. Dès lors avec un sel alcalin, tel que le carbonate ou le phosphate de soude placé dans l'osmomètre et avec de l'eau en dehors le courant va de l'extérieur à l'intérieur. En plaçant, au contraire, un acide dans l'osmomètre, le courant va de l'intérieur à l'extérieur, et l'osmose est négative parce que le niveau du liquide baisse dans le tube. Dans le dernier cas l'eau extérieure est basique comparée avec l'acide intérieur et le courant est encore dirigé vers la base. Les chlorures de sodium, de baryum, de magnesium et les sels neutres analogues sont tout à fait indifférents ou paraissent seulement agir sous l'influence de quelque autre substance active acide ou basique qui, en définitive, peut exister en quantité presque inappréciable dans la dissolution ou dans la membrane. Les sels qui sont susceptibles de se décomposer en un sous-sel basique et en acide libre présentent une activité osmotique de l'ordre le plus élevé. Tels sont les acétates et plusieurs autres sels d'alumine, de fer et de chrome, le protochlorure de cuivre et d'étain, le chlorure de cuivre, le nitrate de plomb, etc. Les acides se dirigent de dedans en dehors

par diffusion, et la surface intérieure de la membrane se trouve dans une condition basique, tandis que la surface extérieure prend une condition acide, circonstances très-favorables à une forte osmose positive. Les sels bibasiques de potasse et de soude, tels que le sulfate et le tartrate de potasse, malgré leur propriété de neutralité parfaite, commencent à présenter une osmose positive qui résulte, à ce qu'on peut supposer, de leur décomposition possible en un sous-sel acide et une base alcaline libre.

Le tableau suivant indique l'osmose de substances de toutes les classes :

Osmose de dissolutions, contenant 1 p^r 100 de substance, placée à l'intérieur de la membrane.

	Degrés		Degrés
Acide oxalique	—148	Chlorure de zinc	54
Acide chlorydrique	92	Chlorure de nickel	88
Trichlorure d'or	54	Nitrate de plomb	125 à 211
Bichlorure d'étain	46	Nitrate de cadmium	137
Bichlorure de platine	30	Nitrate d'uranium	234 à 458
Chlorure de magnesium	3	Nitrate de cuivre	204
Chlorure de sodium	+2	Chlorure de cuivre	351
Chlorure de potassium	18	Protochlorure d'étain	289
Nitrate de soude	2	Protochlorure de fer	435
Nitrate d'argent	34	Chlorure de mercure	121
Sulfate de potasse	21 à 60	Protonitrate de mercure	356
Sulfate de magnésie	14	Pernitrate de mercure	476
Chlorure de calcium	20	Acétate de sesquioxyde de fer	194
Chlorure de barium	21	Acétate d'alumine	280 à 393
Chlorure de strontium	26	Chlorure d'aluminium	540
Chlorure de cobalt	26	Phosphate de soude	311
Chlorure de manganèse	34	Carbonate de potasse	439

L'action osmotique du carbonate de potasse et d'autres sels alcalins est affectée d'une manière extraordinaire par

la présence du chlorure de sodium; elle se trouve presque complétement annulée quand on les mélange en proportion égale. L'osmose modérée positive du sulfate de potasse est convertie en une osmose négative très-sensible par la présence de la plus faible trace d'un acide fort. Au contraire, une petite proportion d'un carbonate exalte singulièrement l'osmose positive du sulfate de potasse; ce dernier fait est mis en évidence par les observations suivantes :

Osmose dans la même membrane.

	Degrés.
1 p^r 100 sulfate de potasse	21
Id. +0,1 p^r 100 de carbonate de potasse.	254
Id. Id	264
0,1 p^r 100 de carbonate de potasse seul	92
Id.	95

On pourrait croire que le caractère chimique assigné à l'osmose diminue l'intérêt physiologique de ce phénomène parce que la décomposition de la membrane peut paraître incompatible avec les conditions vitales, et que le mouvement osmotique devrait par conséquent être limité à la matière morte. Mais cette idée est sans fondement, ou tout au moins prématurée. Toutes les parties d'un être vivant sont dans un état de changement incessant, ils se décomposent et se renouvellent. La décomposition que subit une membrane vivante pendant le passage osmotique peut se réparer aussi suivant toute probabilité. A d'autres égards l'osmose chimique paraît être un agent particulièrement bien approprié pour agir dans l'économie animale. On a vu que l'osmose est singulièrement plus développée pour les solutions salines très-étendues, tels que le sont, en général, les sucs animaux, et que la propriété alcaline



ou acide que ces sucs possèdent toujours est aussi une condition très-favorable à leur action sur la membrane. L'excitation naturelle de l'osmose par la substance des membranes ou des parois cellulaires qui séparent la dissolution de ce genre semble par conséquent presque inévitable.

Il y a aussi dans l'osmose une substitution directe remarquable de l'une des grandes forces de la nature par son équivalent en une autre force. On peut dire que c'est la conversion de l'affinité chimique en force mécanique. Or, quoi de plus nécessaire, dans la théorie des fonctions animales, qu'un mécanisme faisant sortir un pouvoir moteur de la décomposition chimique, comme cela arrive dans les tissus? Dans les cellules microscopiques les mouvements osmotiques doivent atteindre la plus grande rapidité parce qu'ils dépendent entièrement de l'étendue de la surface. Ne peut-on pas espérer de découvrir dans l'injection osmotique des fluides, le chaînon qui certainement doit relier le mouvement musculaire à la décomposition chimique?

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

1. — Recherches sur les courants musculaires, par M. Jules Regnauld. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 15 mai 1854.)

Il est un point de l'électro-physiologie que les recherches étendues de M. Matteucci et les travaux si précis de M. du Bois-Raymond ont laissé complétement à l'écart, je veux parler du rapport entre la force électromotrice du tissu musculaire et celle des diverses sources d'électricité dynamique.

La méthode nouvelle, dont j'ai donné la description dans une précédente communication, se prête très-bien à l'appréciation de ce rapport ; car elle évite, par l'élimination des résistances, la mesure de quantités impossibles à évaluer quand il s'agit de matières organisées comme les tissus animaux. Ce procédé, ainsi qu'on pourra le voir plus loin, permet des études sur les sources voltaïques les moins constantes et sur des phénomènes de courte durée.

Avant d'exposer les résultats de mes expériences, je ferai une observation indispensable sur la manière dont j'ai dû opérer. Tous les physiciens qui ont répété les expériences de MM. Matteucci et du Bois-Raymond ont probablement été frappés de la difficulté que l'on éprouve, malgré les artifices indiqués par le dernier de ces savants, à éviter la polarisation des lames de platine plongées dans la solution de chlorure de sodium.

En suivant les indications données par le professeur de Berlin dans ses mémoires, je n'ai jamais pu obtenir des déviations ayant une durée notable. L'aiguille du galvanomètre, après avoir parcouru un arc d'impulsion considérable, retombe rapidement au zéro ; et, en substituant au muscle en expérience un simple conducteur imprégné de la solution saline, on observe un courant inverse dû à la polarisation des lames. Ce courant prouve, par son

intensité, l'énergie de la cause qui annulle les effets sensibles du courant musculaire. Si l'on veut déterminer la force électromotrice par la méthode d'opposition, cette polarisation des lames constitue un obstacle sérieux. Je suis arrivé à faire disparaître entièrement ce phénomène perturbateur par le moyen suivant :

Conservant la disposition ingénieuse adoptée par M. du Bois-Reymond, je remplace la dissolution de chlorure de sodium par une solution de sulfate de zinc pur et neutre, amenée à son maximum de conductibilité, et je substitue aux lames de platine deux plaques identiques de zinc purifié par plusieurs distillations.

Lorsque les lames de zinc sont plongées depuis un certain temps dans le liquide conducteur, si l'on ferme le circuit, on n'observe pas de déviation au galvanomètre sensible placé sur son trajet ; mais ce procédé a, pour l'objet spécial de ces recherches, un avantage incontestable ; il rend impossible toute espèce de polarisation. Il faut, pour comprendre ce résultat, remarquer que les électrodes servant à faire passer le courant à travers le liquide, sont formés du métal même qui entre dans la dissolution, et que, par conséquent, les effets électrolytiques ne venant pas modifier la nature chimique des lames, les tensions inverses dues à des dépôts hétérogènes ne peuvent pas se développer.

Comme la sensibilité du galvanomètre doit être très-grande dans ces expériences, et que le plus faible défaut d'homogénéité du zinc suffit pour produire une déviation, avant de mettre l'élément musculaire en opposition avec la série des unités thermo-électriques, il importe de s'assurer, en fermant le circuit par un conducteur liquide, que l'aiguille demeure immobile, ce qui est rare.

Dans le cas où l'on constate une déviation permanente, on doit l'annuler, car la méthode exige que l'aiguille du galvanomètre soit au zéro, tant que l'on n'a introduit aucun appareil rhéomoteur dans le circuit.

Je me sers, pour parvenir simplement à ce but, d'un couple thermo-électrique auxiliaire dont l'une des soudures est à 0 degré, tandis que l'autre est plongée dans un bain d'eau dont la température est maintenue au degré nécessaire pour que le faible courant

engendré détruise l'effet de l'hétérogénéité : alors seulement on procède aux mesures.

M. du Bois-Reymond, en fixant les lois du courant musculaire, a montré que les phénomènes observés dans le muscle d'un animal récemment tué sont la résultante des courants partiels qui, dans chaque fibre élémentaire, circulent de la section transversale à la section longitudinale. L'assimilation d'un muscle à un couple voltaïque ordinaire serait peu exacte ; mais il est permis, en se fondant sur des faits bien établis, de chercher quelle est la valeur des effets électrodynamiques complexes qui constituent le courant musculaire.

En opérant avec les précautions convenables sur le gastro-cnémien de la grenouille, j'ai trouvé que la force électromotrice maxima de ce muscle est comprise entre 5 et 4 unités thermo-électriques (bismuth et cuivre, différence de 0 à +100 degrés.)

Le faisceau des muscles de la cuisse sur lequel M. Matteucci a toujours opéré, et qu'il désigne sous le nom d'*élément* dans sa pile musculaire, présente une valeur plus considérable, de 10 à 9 unités du même genre. Ces déterminations faites sur une grande quantité de ces reptiles très-différents par leur taille, m'ont prouvé que ces nombres sont indépendants de cette condition. J'ai constaté sur plusieurs muscles bien isolés, tels que le gastro-cnémien, le couturier, etc , des valeurs renfermées dans les deux limites indiquées plus haut.

Il serait prématuré d'énoncer une opinion sur la cause de ces différences dans un même individu ; car, en admettant, ce qui est peu probable, une valeur constante pour chaque fibre élémentaire, l'effet résultant peut être influencé par l'ordonnation des fibres dans un même muscle, et sans doute aussi par des distributions variables de la couche *parélectronomique* décrite par M. du Bois-Reymond.

Dans le but de savoir si chez un animal à température constante la force électromotrice musculaire est du même ordre que pour les animaux à température variable, j'ai opéré avec plusieurs muscles préparés très-rapidement sur un lapin vivant. J'ai choisi le gastro-

cnémien, le biceps brachial, le jambier, muscles très-propres par leur forme à des recherches de ce genre. Le biceps donne un nombre variant de 6 à 5 unités, le gastro-cnémien de 7 à 6, le jambier de 11 à 10.

M. Matteucci a remarqué que dans les muscles d'un animal dit à sang froid, la diminution d'intensité du courant est plus lente que dans ceux d'un animal à sang chaud; j'ai pu vérifier ce fait. Mais, pour connaître la loi du décroissement de la force électromotrice, j'ai laissé le muscle en opposition avec les éléments thermo-électriques qui lui font équilibre, en notant les temps successifs nécessaires pour que la valeur décroisse d'une unité.

Voici la relation de deux expériences prises entre plusieurs, qui donnent une idée exacte de la marche du phénomène ;

	Elément Matteucci.	Muscle jambier d'un lapin.
Le passage de 10 unités à 9 unités a duré	1′	0′48″
Le passage de 9 unités à 8 unités a duré	1′20″	1′10″
Le passage de 8 unités à 7 unités a duré	2′	2′52″
Le passage de 7 unités à 6 unités a duré	2′25″	4′ 8″
Le passage de 6 unités à 5 unités a duré	5′	7′
Le passage de 5 unités à 4 unités a duré	7′	10′
Le passage de 4 unités à 3 unités a duré	12′	17′
Le passage de 3 unités à 2 unités a duré	42′	30′
Le passage de 2 unités à 1 unité a duré	120′	45′
Le passage de 1 unité à 1 fraction a duré	129′	64′

On voit, d'après ces nombres, que pour tomber au même degré d'affaiblissement, le muscle de l'animal à température variable a employé cinq heures, tandis qu'il a suffi de trois heures au muscle du mammifère.

Ce tableau montre, en outre, que, à partir de la plus grande intensité du courant jusqu'à son extinction, le temps nécessaire pour que la force électromotrice perde une même fraction de sa valeur subit des accroissements remarquables.

2. — NOTE SUR LES EFFETS DE LA PRESSION ET DE LA TENSION SUR LES PROPRIÉTÉS THERMO-ÉLECTRIQUES DES MÉTAUX NON CRISTALLISÉS, par M. W. THOMSON. Extrait d'une lettre à M. E. de Beaumont. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 31 juillet 1854.)

« Je me suis occupé récemment de l'extension de la théorie mécanique aux phénomènes thermo-électriques que présentent les métaux cristallisés, et j'ai été conduit à des recherches expérimentales relatives à cette branche du sujet. La difficulté qu'on éprouve à obtenir des cristaux métalliques de dimensions considérables, fait désirer de pouvoir imiter la structure cristalline par divers procédés. Les analogies que présentent les propriétés optiques des cristaux avec celles des solides transparents non cristallisés soumis à une forte tension, et les phénomènes d'induction magnétique analogues à ceux des cristaux qui, d'après les remarquables expériences de M. le Dr Tyndall, se produisent non-seulement avec du bismuth, mais encore avec de la cire, de la farine en pâte épaisse ou de la mie de pain fraîche comprimée, donnent presque la certitude que la pression ou la tension développeraient dans une masse métallique les propriétés thermo-électriques des cristaux.

« J'ai vérifié cette hypothèse dans le cas unique où j'ai pu jusqu'ici la mettre à l'épreuve ; j'ai trouvé qu'un fil de cuivre tendu au moyen d'un poids présente, par rapport au même fil non tendu, des relations thermo-électriques exactement semblables à celles que Svanberg a établies entre un barreau taillé dans un cristal de bismuth ou d'antimoine perpendiculairement à l'axe, et un barreau taillé dans le sens de cet axe.

« Ainsi je trouve que, si, dans une partie d'un circuit, le fil de cuivre est tendu par un poids considérable, les autres parties du fil restant à leur état naturel, et si l'une des extrémités de la partie tendue est échauffée, *il s'établit un courant de la partie tendue à la partie non tendue à travers la jonction chaude ;* et si le fil est tendu et détendu alternativement des deux côtés de la partie échauffé, le courant est renversé (instantanément autant que j'ai

pu en juger jusqu'ici) à chacune de ces alternatives de tension.

« Je me propose de faire des expériences semblables sur d'autres fils métalliques, et de rechercher aussi l'effet d'une tension longitudinale ou transversale sur des bandes métalliques laminées, dont les extrémités seront soumises à des températures différentes, et placées longitudinalement dans un circuit électrique. Je me propose d'essayer également l'effet d'une tension oblique sur ces bandes métalliques placées de la même manière dans un circuit, les deux extrémités étant à la même température, mais *les côtés latéraux étant inégalement échauffés*. Je ne doute pas que je ne réussisse ainsi à retrouver dans ces métaux soumis à des tensions toutes les propriétés thermo-électriques qui caractérisent la structure cristalline. »

---

3. — DE L'HYPSOTHERMOMÈTRE, par M. WALFERDIN. (*Institut* du 2 août 1854.)

Sous ce nom, M. Walferdin a fait connaître, dès l'année 1841, dans une communication à la Société géologique de France, un instrument destiné à la mesure des hauteurs au moyen de l'indication la plus précise qu'il soit possible d'obtenir de la température à laquelle la vapeur se dégage de l'eau en ébullition. Dans une note lue devant la Société météorologique, M. Walferdin rappelle que, pour que le thermomètre puisse être utilement employé à la détermination des hauteurs, il doit porter nécessairement le point de zéro et celui d'ébullition de l'eau sous la pression de 760^{mm} de mercure. Les résultats étant d'autant plus certains que le thermomètre indique une plus petite fraction de degré, il était à désirer que, par exemple, il permît d'apprécier autant que possible la centième partie d'un degré centésimal. Enfin, il est indispensable que, pendant l'observation, il plonge entièrement dans la colonne de vapeur qui se dégage de l'eau en ébullition, jusqu'au niveau que le mercure atteint dans la tige à cette température.

On voit que, pour satisfaire à l'ensemble de ces conditions, l'instrument doit donner des degrés d'une grande longueur, sans que

cependant celle de sa tige soit un obstacle à ce que la colonne de vapeur se maintienne à une température constante au milieu des causes de perturbation que peut occasionner le refroidissement de l'atmosphère à des stations de plus en plus élevées. Il faut, en un mot, raccourcir autant que possible la tige du thermomètre, et, ce qui semble contradictoire, allonger en même temps l'espace correspondant à la valeur du degré. Tel était, en effet, le problème à résoudre, pour que le thermomètre pût être appliqué avec certitude et facilité à la détermination des hauteurs.

Pour obtenir de longs degrés sur une tige très-courte qui indique le zéro et le point d'ébullition de l'eau, M. Walferdin a séparé, au moyen d'une chambre intermédiaire, la tige de son hypsothermomètre en deux parties, dont chacune porte une échelle arbitraire gravée sur la tige elle-même. La première de ces échelles est destinée à la vérification du zéro, et la seconde à l'indication de la température d'ébullition de l'eau aux différentes stations où l'instrument doit être mis en expérience. Le mercure, dilaté depuis le point où cessent les divisions de l'échelle inférieure, se trouve ainsi renfermé lorsque commence l'observation hypsothermométrique, dans la chambre intermédiaire, et il n'en sort, pour entrer dans la tige, au niveau des premières divisions de l'échelle supérieure, qu'à la température la plus basse d'ébullition de l'eau. Cette chambre intermédiaire a la forme d'une olive effilée à ses extrémités, pour qu'en se dilatant le mercure en remplisse complétement la capacité. La cuvette ou le réservoir de l'hypsothermomètre en cristal est d'un très-petit volume, et n'a que 22 millimètres de longueur s r 5 de diamètre; la longueur de l'échelle inférieure est de 25 millimètres seulement, et celle de l'échelle supérieure de 140 millimètres. Le degré centésimal n'égale pas moins de 18 millimètres dans cet instrument, dont la longueur totale n'excède pas 210 millimètres. Enfin, pour que la lecture en soit faite à la station la plus élevée, la colonne de vapeur n'a pas besoin d'avoir plus de 90 millimètres de longueur, et l'on voit combien il devient facile, au moyen de l'appareil à ébullition le plus simple, et, ce qui est surtout essentiel, de la plus courte dimension, de mettre cette colonne de vapeur à

l'abri des causes d'erreur qui peuvent provenir du refroidissement de l'atmosphère à la hauteur à laquelle on expérimente.

Une série d'observations, dit M. Walferdin, a été faite avec cet instrument sur les montagnes qui avoisinent le lac Léman, par MM. Burnier et Dufour, professeurs de mathématiques à Morges et à Orbe, et par M. Yersin, professeur de sciences naturelles à Morges. D'après les calculs de M. Burnier, il résulte de vingt-neuf observations, successivement échelonnées jusqu'à la hauteur de 2040 mètres au-dessus du niveau de la mer, avec le baromètre et le thermomètre hypsométrique qui vient d'être décrit, qu'en se basant sur la table de M. Regnault pour calculer la pression d'après la température d'ébullition de l'eau, l'expérience a indiqué une différence moyenne de $0^{mm},29$, en pression, et de $0^{\circ},012$, en température. « La précision $0^{\circ},012$ à laquelle on arrive, ajoute M. Burnier, correspond à un cinquième de division de ce thermomètre, et c'est précisément ce que la lecture permet d'observer avec certitude. »

Il est ainsi démontré que, sans que la longueur totale de l'hypsothermomètre de M. Walferdin dépasse celle d'un thermomètre ordinaire à courts degrés, en la portant, par exemple, à 30 centimètres au lieu de 21, l'instrument donnera pour la valeur du degré centésimal, à toute altitude, une longueur de 20 à 25 millimètres dont chacun peut facilement être sous-divisé en quatre ou cinq parties à la lecture directe.

On voit que le thermomètre hypsométrique ainsi construit, dont le transport ne présente aucune difficulté dans les voyages, peut, à l'aide de l'appareil à ébullition le plus simple, être employé avec la même précision que le baromètre, à la détermination des plus grandes hauteurs, et remplacer le baromètre que sa fragilité et les accidents fréquents en voyage mettent si souvent hors d'état de servir.

M. Walferdin a donné ensuite des explications sur l'utilité que présente l'indication du zéro réunie à celle de l'ébullition de l'eau dans son hypsothermomètre, soit pour la vérification du zéro, avant et après l'ébullition de l'eau, et sa correction, soit pour la détermi-

nation du nombre de divisions correspondant à la valeur du degré; il parle du déplacement du zéro observé depuis longtemps par Flaugergues, puis par d'autres physiciens, et de son oscillation signalée en 1837 par M. Despretz, deux faits dont les causes ne paraissent pas complétement connues aujourd'hui et pourraient, selon lui, être attribuées, non-seulement au changement de volume de l'enveloppe vitreuse du thermomètre, mais peut-être aussi à l'état du mercure après l'ébullition; il signale l'avantage incontestable qui résulte de l'usage des instruments où le degré occupe un long espace sur la tige, en atténuant sensiblement les erreurs de parallaxe sans qu'on soit obligé de recourir à l'emploi du cathétomètre; enfin il insiste sur la nécessité de substituer, même pour les instruments thermométriques employés en météorologie, les *échelles gravées sur la tige* aux *échelles rapportées* qui finissent presque toujours par vaciller après un certain temps, et ne permettent plus alors de vérifier exactement le zéro; il exprime aussi le regret que les échelles gravées sur tige, qui indiquent directement la température, ne soient pas définitivement remplacées elles-mêmes par les *échelles arbitraires* aujourd'hui généralement employées pour les recherches de précision, parce que ce n'est qu'au moyen de ces dernières échelles qu'on parvient à corriger aussi complétement que possible le défaut de cylindricité des tubes thermométriques.

M. Walferdin ajoute que, d'après les observations faites avec le plus grand soin, en 1851, par MM. Burnier, Dufour et Yersin, la mesure hypsothermométrique obtenue au moyen de son instrument a donné, pour la hauteur du rocher de Naye, 2,042 mètres au-dessus du niveau de la mer, et que celle qui a été déterminée par les procédés géodésiques est de 2,010 mètres.

---

4. — Note sur le point de fusion et les transformations du soufre, par B.-C. Brodie. (*Proceedings of Royal Society*, vol. II. p. 28, mars 1854.)

Dans les traités de chimie où sont rassemblés les résultats de différentes observations, on trouve des détails peu concordants sur

le point de fusion du soufre. Les nombres donnés dans la chimie de Gmelin varient de 104°,5 c. à 112°,2 c. ; mais sur cinq chimistes qui sont cités, il n'y en a pas deux qui s'accordent sur ce ce fait, simple en apparence. Il y a évidemment dans le point de fusion quelque singularité qui occasionne ces résultats divergeants. Dans quelques expériences que j'ai faites sur des substances allotropiques, j'ai eu l'occasion de soumettre cette question à un examen plus minutieux, qu'elle ne l'avait été jusqu'ici et qui m'a fait découvrir la cause de ces différences. Je donnerai brièvement dans cette note les résultats auxquels je suis arrivé, réservant les détails pour une autre communication plus complète.

Le point de fusion du soufre varie suivant sa condition allotropique. Cette condition est rapidement altérée par la chaleur, et toujours par la fusion sans qu'il soit besoin de prendre des précautions particulières. Il résulte de là que la température à laquelle le soufre fond, est différente de celle à laquelle il se solidifiera, ou à laquelle, lorsqu'il aura déjà été fondu, il fondra une seconde fois.

Le point de fusion du soufre octaédrique, cristallisé par voie de dissolution dans le sulfure de carbone, est 114°,5 c. Mais ce fait pourra être promptement modifié en raison de la facilité avec laquelle ce soufre, lorsqu'il est chauffé, même au-dessous de son point de fusion, se transforme en soufre du système oblique Ce changement ne peut pas être évité quand cette sorte de soufre, à l'état de poudre fine est chauffé entre 100° et 114°,5, même pendant un temps très-court. La transformation de grands cristaux exige un temps plus long. A un certain point le cristal devient opaque, et est souvent brisé en morceaux au moment du changement. Lorsque dans un cristal de ce genre ce changement est arrivé en entier ou en partie, le point de fusion sera supérieur à 114°,5. Les petits cristaux de soufre qui se déposent d'une dissolution alcoolique, et qui sont tellement petits que l'on ne peut pas mesurer leurs angles, ont pour point de fusion la température de 114°,5, qui définit le système auquel les cristaux appartiennent. Les cristaux de soufre provenant d'une dissolution dans la Benzine (Benzole rectified

coal naphta) fondent aussi à 114°,5. Les cristaux déposés de l'alcool sont très-petits, et par conséquent si rapidement transformés, qu'ils présentent des anomalies qui m'ont conduit à douter s'il n'existe pas parmi eux du soufre des deux espèces. J'ai résolu cette question en divisant un certain nombre de cristaux soigneusement choisis, et en prenant le point de fusion des deux moitiés du même cristal. J'ai trouvé que, dans plusieurs cas, ces points de fusion ne correspondaient pas à ce qu'ils auraient été si les anomalies fussent provenues de la nature différente des cristaux. Du soufre qui a été fondu à 114°,5, et dont la température n'a pas été élevée au-dessus de 115° conserve après sa solidification une transparence parfaite pendant un certain temps. Chauffé au-dessus de ce point, il devient, en se refroidissant, plus ou moins opaque.

Lorsque le soufre a été soumis pendant un temps suffisant à la chaleur de 100 à 114°,5, il acquiert un point de fusion fixe de 120° c. C'est là le point de fusion du soufre cristallisé en prisme oblique. Si le soufre ainsi converti est soigneusement fondu de manière à élever sa température aussi peu que possible au-dessus du point de fusion, on n'observe aucune différence sensible entre les points de fusion et de solidification. Pour obtenir ce point de fusion fixe de 120°, on doit prendre soin à ce que la transformation du soufre soit complétement effectuée ; sans cela il fondra à un certain point entre 114°,5 et 120°. Mais si la température du soufre fondu a été élevée au-dessus de 120°, le point de solidification sera changé, et pourra se trouver même au-dessous du premier point de fusion de 114°,5 [1]. Le point de solidification n'est pas fixe dans ce cas, mais dépend de la température à laquelle le soufre est élevé et du mode par lequel il est refroidi. Il a varié dans mes expériences de 118 à 111°. Lorsqu'on prend le point de fusion du soufre ainsi solidifié on voit qu'il commence à fondre à une tempé-

[1] **Ceci a été observé par M. Person qui a trouvé que si le soufre est chauffé au-dessus de 150°, son point de fusion s'abaisse environ à 112° ou 110°. Il dit, que lorsqu'il est chauffé avec soin, le thermomètre reste constamment pendant la cristallisation à 115°. Je n'ai pas trouvé que cela fût exact. (*Ann. de Chimie*, vol. XII, p. 323.)**



rature voisine de celle de la solidification. La cause de cette anomalie est évidente. Lorsque la température du soufre est élevée au-dessus de 120°, il commence immédiatement à passer à l'état visqueux, en sorte que le soufre est un mélange des deux variétés, et que le point de fusion change suivant la proportion dans laquelle ces deux variétés sont mélangées. Ce changement est en raison inverse de la température à laquelle le soufre a été élevé, en sorte que la présence du soufre visqueux abaisse le point de solidification. Il y a cependant une limite au delà de laquelle le point de fusion n'est pas affecté par ce mélange. Je fis l'expérience en versant du soufre, chauffé à son point d'ébullition, dans de l'eau à différentes températures, et en prenant le point de fusion du soufre lorsqu'il était devenu dur. Cinq préparations différentes, qui, lorsqu'elles étaient traitées avec du sulfure de carbone, donnaient chacune une différente quantité de soufre insoluble possédaient toutes le même point de fusion à environ 112°. — Ce soufre, avant de fondre, devient transparent et passe de nouveau à un état visqueux ou élastique.

Le soufre qui est insoluble dans le sulfure de carbone et qui se prépare en enlevant le soufre visqueux durci avec ce réactif, possède un point de fusion très-supérieur à 120°, mais que je n'ai pu déterminer avec précision.

J'avais placé dans un bain d'eau à 100° des tubes contenant des fragments des trois variétés définies du soufre; après peu de temps, en examinant les tubes, je trouvai que le soufre insoluble auquel j'avais trouvé un point de fusion si élevé, était tout à fait fondu. Le soufre octaédrique était devenu opaque et arrondi sur les bords, l'autre n'avait pas changé en apparence. De nouvelles recherches me prouvèrent que la cause de la fusion du soufre insoluble était qu'il avait subi une autre modification, et que cette conversion était accompagnée d'une production de chaleur suffisante pour fondre le soufre. Le soufre insoluble ainsi transformé demeure transparent, et est parfaitement soluble dans le sulfure de carbone.

Les traités de chimie indiquent que l'opacité qui se produit chez le soufre fondu, après la solidification, est due à la transfor-

mation du soufre prismatique oblique, en soufre octaédrique et à la dislocation du cristal, qui en résulte. On attribue à la même cause le développement de chaleur qu'on a observé dans le soufre solide, immédiatement après son refroidissement. Il n'y a pas cependant de preuves suffisantes à l'appui de cette manière de voir, et quelques-unes des observations que j'ai données lui sont décidément opposées : 1° le changement a lieu rapidement même à des tempéaatures auxquelles le soufre devient opaque, en sens inverse, c'est-à-dire en passant de l'octaèdre au prisme oblique. 2° Le point de fusion du soufre opaque est trop rapproché de son point de solidification pour que l'on puisse supposer que ce changement ait eu lieu en lui. En traitant le soufre fondu, devenu opaque par le sulfure de carbone, j'ai trouvé constamment des traces visibles de matières insolubles, même lorsque les plus grandes précautions avaient été prises pour éviter une élévation de température, et cette opacité me paraît être due au durcissement du soufre visqueux et au dépôt de matières opaques dans les pores des cristaux qui dépend de ce durcissement, et qui suffit parfaitement pour l'expliquer. Il reste à déterminer la cause du développement de la chaleur. Sur ce point je présenterai aussi une supposition. Il est bien connu que l'apparence d'opacité est retardée en jetant le soufre dans l'eau froide, et que le soufre ainsi formé est d'abord mou et transparent, et ne devient solide et opaque qu'avec le temps. On admet, je crois, que le soufre dur, obtenu de cette manière, est la forme solide sur le soufre visqueux, dans le même sens que la glace est la forme solide de l'eau. Il me semble plus probable que ces deux sortes de soufre ont entre eux une autre relation, et que le changement qui a lieu après la solidification est une transformation allotropique du soufre visqueux en soufre insoluble, et l'une de ses autres modifications. Dans le cas où le soufre se refroidit graduellement ce changement a lieu rapidement, et, comme d'autres transformations analogues, il est accompagné d'un développement de chaleur sensible. Lorsque le soufre est trempé, le changement a lieu très-lentement, et la chaleur développée ne s'aperçoit pas. Cette manière de voir est confirmée par ce fait que j'ai découvert, c'est que le soufre visqueux possède une autre forme solide.

J'ai trouvé que lorsque le soufre, fondu à une haute température, est soudainement exposé à un froid intense, — le froid de l'acide carbonique solide et de l'éther. — Le soufre formé n'est plus visqueux, mais solide, dur, et parfaitement transparent. Lorsqu'on laisse la température s'élever jusqu'à ce qu'elle atteigne celle de l'air, le soufre devient mou et élastique. Il est probable que c'est la véritable forme solide du soufre visqueux.

CHIMIE.

5. — Sur le soi-disant oxyde benzoïque et quelques autres combinaisons copulées, par MM. List et Limpricht. (*Ann. der Chemie und Pharmacie*, tome XC, p. 190.)

MM. Ettling et Stenhouse ont découvert, parmi les produits de la distillation du benzoate de cuivre, un corps cristallisé auquel ils ont donné le nom d'oxyde benzoïque. En effet, sa composition, représentée par ces savants par la formule $C^{14} H^5 O^2$, peut le faire considérer comme un oxyde du benzoïle $C^{14} H^5$, inférieur à l'acide benzoïque, tandis que d'autres chimistes y voient le radical même des combinaisons benzoïques.

MM. List et Limpricht, pensant que ce corps, de même qu'un grand nombre de composés organiques désignés sous le nom d'aldéhydes, devait avoir une constitution analogue à celle des éthers composés, l'ont soumis à un nouvel examen. Ils l'ont préparé par le même procédé que MM. Ettling et Stenhouse, et l'ont purifié avec grand soin de l'acide benzoïque, de la benzine et de quelques autres produits qui l'accompagnent en petite quantité.

Il est parfaitement incolore, fond vers 66 degrés et se sublime sans altération à une température élevée. Son odeur rappelle celle du géranium. Insoluble dans l'eau, il est peu soluble à froid dans l'alcool, mais très-soluble à chaud. Il cristallise en prismes rhomboïdaux de 100°48′, terminés par une base oblique inclinée de 98°32′ sur les faces du prisme.

Leurs analyses s'accordent bien avec celles qui en avaient été faites précédemment, et surtout avec celles de M. Ettling, mais les

auteurs montrent que ces résultats analytiques ne confirment pas la formule qui avait été adoptée. Ils conduisent beaucoup plus rigoureusement à la formule $C^{13} H^{5} O^{2}$. Mais leurs recherches sur les réactions de ce corps montrent que cette formule doit être doublée et écrite ainsi: $C^{14} H^{5} O^{3}$, $C^{12} H^{5} O$; en sorte que ce corps est réellement un benzoate phénylique. Toutes ses propriétés, en effet, s'accordent bien avec cette supposition.

La potasse caustique en dissolution aqueuse a peu d'action sur ce corps, à moins qu'on n'opère dans un tube fermé, maintenu à une température de 150 à 170 degrés. Une dissolution alcoolique de potasse l'attaque, au contraire, avec facilité, même à froid. Dans les deux cas, on obtient une dissolution complète, et si, après avoir chassé l'alcool par distillation, on sature le liquide par l'acide sulfurique, on obtient un précipité d'acide benzoïque, et, à la surface du liquide, une couche huileuse qu'il est facile de reconnaître pour l'hydrate d'oxyde de phényle (acide carboléique ou acide phénique). L'analyse, du reste, a constaté la nature de ces produits.

L'ammoniaque demeure sans action, à la température de l'ébullition, sur une dissolution alcoolique de benzoate phénylique; mais à une température de 150 degrés, dans un tube fermé, la décomposition a lieu. On obtient de l'acide phénique et des cristaux de benzamide. On obtient les mêmes produits en chauffant ce corps dans un courant de gaz ammoniac sec.

L'acide phosphorique concentré et l'acide oxalique n'agissent point sur le benzoate phénylique. L'acide sulfurique hydraté le dissout facilement, l'addition d'eau précipite de cette dissolution de l'acide benzoïque, tandis que de l'acide sulfophénique demeure dissous.

M. Stenhouse a étudié l'action du chlore sur ce corps, sans pouvoir en donner une explication vraisemblable. Les auteurs ont cherché à découvrir l'action du brome. Ce corps attaque facilement le benzoate phénylique sec à la température ordinaire. Il y a dégagement de chaleur et de beaucoup d'acide bromhydrique. Le produit de la réaction est un mélange de deux ou trois corps qui ne se séparent pas d'une manière complète par cristallisations; ils peuvent être considérés comme des composés d'acide benzoïque avec de

l'acide phénique mono- bi- et même tribromé. Cela résulte de leur analyse et de leur décomposition par la potasse, qui donne lieu à de l'acide benzoïque et à des composés bromés dérivés par substitution de l'acide phénique.

L'analyse faite par Stenhouse d'un corps cristallisé qu'il avait obtenu par l'action du chlore, semblerait aussi indiquer que c'était un mélange de benzoate d'oxyde phénylique monochloré et de benzoate d'oxyde phénylique bichloré.

Le benzoate phénylique se dissout bien dans un mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique maintenu à une basse température, l'addition d'eau donne lieu à un précipité jaunâtre, en partie cristallin, insoluble dans l'eau et dans l'alcool froid, soluble dans l'alcool bouillant et dans l'éther, fusible à 150 degrés. Son analyse conduit à la formule

$$C^{14}\left\{\begin{matrix}H^4\\AzO^4\end{matrix}\right\}O^3,\ C^{12}\left\{\begin{matrix}H^3\\2\ AzO^4\end{matrix}\right\}O,$$

que confirme sa décomposition par la potasse alcoolique ; il se produit, en effet, du nitrobenzoate et du binitrophénate de potasse.

Le benzoate bibromophénylique est également attaqué par le mélange froid d'acide azotique et d'acide sulfurique, et se précipite presque complétement en cristaux capillaires, peu solubles dans l'alcool chaud, fusibles entre 90 et 100 degrés. Leur composition correspond à celle d'un nitrobenzoate bibromophénylique :

$$C^{14}\left\{\begin{matrix}H^4\\AzO^4\end{matrix}\right\}O^3,\ C^{12}\left\{\begin{matrix}H^3\\Br^2\end{matrix}\right\}O.$$

Toutes ces réactions ne peuvent laisser aucun doute sur la véritable constitution de ce corps. On voit qu'il est identique avec le produit que MM. Gerhardt et Laurent ont obtenu par l'action du chlorure de benzoïle sur l'acide phénique, et qu'ils ont désigné par le nom de benzophénide. Un autre moyen de le préparer, découvert aussi par M. Gerhardt, consiste à chauffer l'acide benzosalicyleux anhydre ; il se décompose exactement en acide carbonique et benzoate phénylique. On n'obtient rien de semblable en distillant un mélange d'acide benzoïque anhydre et d'acide salicyleux anhydre.

Les auteurs n'ont point réussi à chasser par substitution plus de trois équivalents d'hydrogène dans ce composé. Ils attirent l'attention des chimistes sur l'emploi du mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique, pour obtenir des substitutions de l'hydrogène par l'acide hypoazotique dans plusieurs éthers composés. Ainsi ils ont obtenu facilement l'éther nitrobenzoïque par l'action de ce mélange sur l'éther benzoïque.

Un grand nombre de composés organiques doivent avoir, suivant eux, une constitution analogue à celle de ce corps. Tel serait, par exemple, le parasalicyle obtenu par M. Ettling par la distillation sèche du salicylite de cuivre, et représenté par lui par la formule $C^{14} H^5 O^3$. Cette formule devrait être doublée, et représenterait le benzoate salicyleux; M. Cahours l'a obtenu aussi en faisant réagir le chlorure de benzoïle sur l'acide salicyleux.

L'essence d'amandes amères est généralement considérée comme l'aldéhyde benzoïque. Si l'on double sa formule, on peut y voir une combinaison de l'acide benzoïque avec l'éther de l'alcool benzoïque: $C^{14} H^5 O^3, C^{14} H^7 O$. C'est ce qu'indique sa décomposition par la potasse alcoolique, qui donne naissance à de l'acide benzoïque et à l'alcool benzoïque découvert par M. Cannizzaro.

Le cuminol a probablement une constitution semblable: $C^{20} H^{11} O^3$, $C^{20} H^{13} O$. MM. Gerhardt et Laurent ont reconnu que, par l'ébullition avec la potasse caustique, il produit du cuminate de potasse et un corps huileux, qu'ils n'ont pas examiné et qui était probablement l'alcool cuminique.

Peut-être en serait-il de même de l'oxyde de cinnamyle $C^{18} H^8 O^2$, contenu dans l'essence de cannelle, qui pourrait être formulé

$$C^{18} H^7 O^3, C^{18} H^9 O.$$

Les auteurs se proposent de constater par l'expérience la réalité de ces suppositions.

Outre le benzoate phénylique, la benzine et l'acide benzoïque, le produit de la distillation du benzoate de cuivre renferme deux corps liquides qui adhèrent assez fortement aux cristaux du benzoate phénique. On parvient à les séparer par des distillations fractionnées plusieurs fois répétées. L'un d'eux bout vers 200°, c'est l'acide



phénique pur, l'autre bout vers 260°. C'est une huile incolore, d'une odeur très-agréable, rappelant celle du géranium, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, très-soluble dans l'éther. Sa composition correspond à la formule $C^{22} H^{9} O^{2}$.

Une dissolution alcoolique de potasse ne l'altère point; mais l'acide sulfurique concentré et chaud le décompose en donnant naissance à de l'acide sulfophénique et à un carbure d'hydrogène solide, cristallisable en lames nacrées et irrisées, fusible à 69°, et isomère de la naphtaline $C^{10} H^{4}$.

D'après cette réaction, on pourrait considérer le liquide bouillant à 260 degrés comme de l'acide phénique dont un équivalent d'hydrogène serait remplacé par le carbure $C^{10} H^{4}$, comme l'indique la formule : $C^{12} \left\{ \begin{matrix} H^{5} \\ C^{10}H^{4} \end{matrix} \right\} O^{2}$; toutefois, de nouvelles expériences seraient nécessaires pour mettre ce fait hors de doute.

---

6. — Sur les combinaisons aniliques de l'acide pyrotartrique, par M. A.-E. Arppe. (*Ibidem*, p. 138.)

M. Arppe, dans ses recherches déjà anciennes sur l'acide pyrotartrique, l'a considéré comme un acide monobasique. Plusieurs chimistes le rangent, au contraire, parmi les acides bibasiques. Cette dernière opinion paraît confirmée par les recherches que l'auteur a faites récemment sur les amides de cet acide, et par celles dont il donne aujourd'hui les résultats, sur ses anilides.

L'acide pyrotartrique et l'aniline ne paraissent pas pouvoir former de combinaison saline ; en effet, les dissolutions, soit aqueuses, soit alcooliques de ces deux corps, ne donnent, par le mélange et l'évaporation, qu'un sirop brun et visqueux, incristallisable.

Mais si l'on chauffe un peu au delà de 100° un mélange d'acide pyrotartrique cristallisé et d'aniline, on obtient un liquide brun, visqueux, qui se prend peu à peu, surtout si on l'agite, en une masse cristalline, dure, d'un rouge sale; c'est le *pyrotartanile* impur. L'acide pyrotartrique anhydre donne lieu, au contact de l'aniline, à un dégagement de chaleur considérable, puis se prend en une masse

cristalline rougeâtre, formée d'acide *pyrotartanilique*. Ces deux composés se purifient aisément par des cristallisations répétées.

Le pyrotartanile pur est parfaitement blanc, sans saveur et sans odeur ; il cristallise en fines aiguilles. Il fond vers 98°, et coule dans l'eau bouillante comme une huile. Il se sublime assez rapidement, sans s'altérer, vers 140° ; toutefois, il se décompose en partie par l'ébullition, la température s'élevant jusque vers 300°. Il est fort peu soluble dans l'eau, même bouillante ; l'addition d'alcool augmente beaucoup sa solubilité, surtout à chaud. Il se dissout aussi facilement dans l'éther et dans les acides ordinaires. Les alcalis le dissolvent à froid sans l'altérer ; à l'aide de la chaleur, ils le convertissent en acide pyrotartanilique, qui peut être transformé plus tard en acide pyrotartrique et aniline.

L'analyse de ce corps s'accorde bien avec la formule théorique :

$$C^{22} H^{11} Az O^{4} = C^{12} H^{7} Az, C^{10} H^{8} O^{8} - 4 HO.$$

Traité par l'acide azotique fumant, le pyrotartanyte se convertit facilement en pyrotartronitranile

$$C^{22} \left\{ \begin{matrix} H^{10} \\ Az \; O^{4} \end{matrix} \right\} Az\, O^{4}.$$

Ce corps cristallise en aiguilles jaunes, il fond vers 155°, peut se sublimer sans décomposition par une chaleur modérée. Il est soluble dans l'alcool et l'éther, presque insoluble dans l'eau.

L'acide pyrotartanilique se présente en aiguilles rectangulaires, incolores et brillantes. Il peut être chauffé jusque vers 140° sans s'altérer. Il fond vers 147°, mais commence alors à se décomposer en perdant de l'eau et se mélangeant de pyrotartanile. Il est peu soluble dans l'eau, quoique plus que le composé neutre. Il se dissout facilement dans l'alcool, d'où l'addition d'eau le précipite à l'état cristallin.

C'est un acide faible, mais assez stable ; il rougit le tournesol, décompose les carbonates et donne un grand nombre de sels cristallisables. Ceux des alcalis et des terres alcalines sont solubles, ceux des métaux lourds sont peu solubles.

Son analyse conduit à la formule indiquée par la théorie :

$$C^{22} H^{13} Az O^6 = C^{12} H^7 Az, C^{10} H^8 O^8 - 2 HO.$$

Le sel d'argent est $C^{22} H^{12} Az O^5, Ag O$.

L'ébullition avec les alcalis fixes en excès le décompose en régénérant l'aniline et l'acide pyrotartrique.

Si l'on ajoute peu à peu du pyrotartonitranile à une dissolution bouillante de carbonate de soude, il se dissout facilement, la dissolution se colore en jaune et dégage de l'acide carbonique. Par le refroidissement elle laisse déposer des cristaux jaunes que leur composition, d'accord avec leur mode de production, fait connaître pour la nitraniline.

$$C^{12} \left\{ \begin{matrix} H^6 \\ Az O^4 \end{matrix} \right\} Az$$

Il reste en dissolution de l'acide pyrotartonitranilique, qu'une addition d'acide azotique précipite en flocons jaunâtres. Il est difficile à purifier et à décolorer complétement. Très-peu soluble dans l'eau, il se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther ; il cristallise en tables rhomboïdales. Il fond un peu au-dessus de 150°. C'est un acide faible, il ne décompose que difficilement les carbonates. Sa composition s'accorde avec la formule :

$$C^{22} \left\{ \begin{matrix} H^{12} \\ Az O^4 \end{matrix} \right\} Az O^6.$$

M. Arppe fait remarquer que la nitraniline obtenue dans cette réaction, bien que présentant plusieurs des propriétés qui ont été indiquées par MM. Muspratt et Hofmann pour la nitraniline préparée par une tout autre méthode, en diffère cependant beaucoup sous certains rapports. Il ne pense pas pouvoir encore décider si ces différences peuvent s'expliquer par des causes accidentelles, ou si elles sont réellement dues à une différence essentielle dans la nature de ces deux corps, qui seraient alors seulement isomériques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

7. — REMARQUES GÉOLOGIQUES SUR LE VORALBERG SEPTENTRIONAL ET SUR QUELQUES CONTRÉES VOISINES, par M. ESCHER DE LA LINTH. (*Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, tome XIII.)

La position des terrains des Alpes regardés comme appartenant au keuper a été souvent discutée, surtout depuis que les environs de Saint-Cassian, dans le Tyrol, ont fourni un grand nombre de fossiles. C'est dans le but d'éclaircir ce sujet difficile que M. Escher publie ce mémoire. Il y joint la description de la succession générale des couches nombreuses et contournées qui forment le sol de la partie orientale de la Suisse et de la portion occidentale du Tyrol. Ce travail est le résumé des courses qu'il a faites en 1851 dans cette région peu connue des Alpes, auquel il a ajouté ce que le tact des montagnes ou plutôt ce qu'un coup d'œil exercé par une longue habitude d'observer des terrains difficiles, lui a fait découvrir depuis quelques années. Nous ne pouvons dissimuler cependant qu'il y a encore quelques incertitudes dans la position des diverses couches du trias. Nous aurions désiré les voir disparaître.

M. Escher indique par le tableau suivant l'ordre des terrains en commençant par le haut. Cette coupe générale s'appuie sur les nombreux profils qui accompagnent son mémoire.

Molasse	1	d'eau douce supérieure.
		marine.
		d'eau douce inférieure.
Eocène.	2	Flysch.
	3	T. nummulitique.
Craie.	4	Calcaire de Sewer.
	5	Gault.
	6	Urgonien.
	7	Néocomien.
Jura.	8	T. jurassique supérieur.
	9	idem moyen.
?	10	Schistes à fucoïdes semblables au flysch.

Lias.	11	Calcaire marneux avec A. Amaltheus.
	12	Calcaire rouge avec silex (Hornstein).
Trias.	13	Calcaire avec megalodus scutatus.
	14	T. de Saint-Cassian.
	15	Dolomie (fossiles d'Esino, lac de Côme).
	16	Schistes à Halobia.
	17	Lettenkohle (houille argileuse).
	18	Muschelkalk (Alpes lombardes).
	19	Bunter Sandstein (Regoledo).
	20	Verrucano.

Pour passer en revue cette succession de couches, M. Escher commence par celles qui sont assez caractérisées pour servir d'horizon. Ce sont les deux étages *du Lias*, n[os] 11 *et* 12. Ce terrain est fortement développé dans le Tyrol, et particulièrement à la Spullers-Alp., au nord de Klosterle, près de la route de l'Arlberg et à l'Elbingen-Alp dans la vallée du Lech.

La couche n° 11 est celle que M. Schaffhault a désignée sous le nom de *Marnes tachetées*. Elle contient quelques fucoïdes, des traces de charbon, et atteint une puissance de 400 pieds. On y a trouvé les fossiles suivants : Ammonites radians, Schl. ; A. Falcifer; A. Annulatus, Schl.; A. torulosus, Schüb.; A. Desplacei, d'Orb.; A. Heterophyllus, Sow., qui se rapportent, d'après M. d'Orbigny, à l'étage Toarcien. On y a trouvé encore les Ammonites planicosta, Sow.; Margaritatus, Montf.; Valdani, d'Orb.; Regnardi, d'Orb.; Henleyi, Sow. ; Fimbriatus, Sow.; des orthoceratites et l'inoceramus falgeri. Toutes ces dernières ammonites caractérisent l'étage liasien. Il paraîtrait qu'il y a un mélange de fossiles dans cette couche.

Le calcaire rouge, *n°* 12, *avec silex* (Hornstein) rouges ou verts, varie dans une épaisseur de 20 à 100 pieds. Les silex forment des couches qui, dans la partie inférieure de l'étage, alternent un très-grand nombre de fois avec les calcaires. Ces couches, qui paraissent l'équivalent du lias d'Adnet (Salzburg), contiennent des fossiles qui les font rapporter à l'étage sinémurien, ce sont les Ammonites Bucklandi, Conybeari, Turneri et le Nautilus Aratus. Par

conséquent, quoiqu'on n'ait encore jamais trouvé dans ces terrains, nos 11 et 12, des gryphées arquées, ou des plagiostomes, on ne peut douter qu'ils n'appartiennent à l'époque du lias.

Dans la Spullers-Alp on voit au-dessus des terrains précédents des schistes semblables au *flysch* (n° 10).

Ce sont des schistes de calcaires marneux, de grès, contenant des débris de charbon, des paillettes de micca et des empreintes de fucus, ayant 500 à 600 pieds d'épaisseur. Ces caractères les avaient fait rapprocher du flysch. Cependant M. Escher, sans décider complétement la question d'âge de cette roche, la rapproche du terrain jurassique inférieur, parce qu'on n'y trouve ni les grès verdâtres[1], ni les Helminthoïdes qui caractérisent ordinairement le flysch. Ses fucoïdes ont d'ailleurs beaucoup d'analogie avec ceux du lias.

Le terrain jurassique moyen, n° 9, est représenté par un calcaire blanchâtre qui se voit au sud de Vils. Il renferme les Terebratula spinosa, Phill. ; T. concina, Sow., T. pala, Buch ; T. antiplicta, Buch.

Le calcaire jurassique supérieur, n° 8, se voit dans le Bregenzer Wald entre les vallées d'Au et de Mellau, où il forme la voûte déprimée et rompue de la Canisflue. Les fossiles y sont rares.

Les terrains crétacés se trouvent à la limite des Alpes entre le Rhin et l'Iller, et au Grunten, près de Sonthofen. Ils sont semblables à ceux de la Suisse occidentale. On y reconnaît l'*étage néocomien inférieur* (1500 pieds d'épaisseur) avec le *Toxacter complanatus* ; *le calcaire à caprotines* est d'une couleur beaucoup plus blanche que le précédent. Il contient le *Janira atava*, d'Orb. au Sentis, l'orbitulina lenticularis, Brown., près de Feldkirch et ailleurs, le Caprotina ammonia, d'Orb ; la Plicatula asperrina d'Orb.; l'Ostrea macroptera ? associée à des Pentacrinites.

Le *grès vert* (Albien, 100 pieds d'épaisseur) présente une composition minéralogique variée. Les fossiles qui sont nombreux sont les mêmes que ceux des Fiz et de la perte du Rhône.

[1] Nous pensons que c'est le grès dioritique connu sous le nom de grès deTaviglianaz, que l'auteur désigne sous cette dénomination. A. F.



Enfin, le *calcaire de Sewer* (200 pieds) représente peut-être le Cénomanien et le Sénonien de M. d'Orbigny.

M. Mérian a trouvé sur le Luner-gratt, entre Prettigau et le lac de Luner un bloc rempli de fossiles appartenant à la *formation de Gosau* (Turonien).

La formation nummulitique surmontée de celle du flysch (éocène) se trouve dans cette région, elle est séparée du calcaire de Sewer supérieur par une marne ayant environ 100 pieds d'épaisseur, contenant des Ostrea archiaciana, d'Orbigny.

La *molasse* se divise, comme nous l'avons dit, en deux étages d'eau douce séparés par un étage marin ; entre le Sibratsgfall et Brégenz, les cailloux du nagelfluhe sont formés de calcaires et ne contiennent pas de granit, comme dans la Suisse. Ce nagelfluhe alterne avec les grès et les marnes de la molasse, de manière à prouver, contrairement à ce qui avait été avancé par M. de Buch, la contemporanéité des deux formations ; le nagelfluhe n'étant qu'un grès à gros grains.

De ces formations modernes, M. Escher revient à celles qui sont placées au-dessus du lias. D'abord, au n° 13, ou *calcaire à megalodus scutatus*, Schaff., nommé également bivalve du Dachstein. Ce bivalve énorme a été identifié à tort avec le Cardium triquetrum de Wulfens. Il se trouve dans un calcaire granuleux blanchâtre associé à des coraux.

Vient ensuite la formation de Saint-Cassian, n° 14. Elle présente une puissance de 30 à 200 pieds. Les fossiles y sont nombreux. On y trouve le Baktryllium striolatum et deplanatum, Heer. Cardita crenata, le Spirifer uncinnatus, les Pecten falgeri et lugdunensis, le Gervillia inflata, les Avicula speciosa et Escheri, l'Oliva alpina. Mais on ne peut décider encore si cette formation est l'équivalent des schistes supérieurs du keuper de l'Allemagne, ou si, dans ce dernier pays, le keuper est incomplet, et ne possède pas l'étage, que nous trouvons dans les Alpes, placé entre le keuper et le lias inférieur. Il en est de même du calcaire à Megalodus.

Au-dessous des formations précédentes on trouve la *Dolomie*,

n° 15 (1500 pieds). Elle forme les sommités nues et stériles des montagnes du Voralberg.

D'après les analyses faites par M. Landolt, on voit que, sous le rapport de la magnésie, cette roche présente un grand nombre de variétés. Les unes contiennent 12 °/₀ de carbonate de magnésie, et d'autres 49 °/₀. Les analyses mises en rapport avec le gisement des échantillons sembleraient montrer que les roches de cet étage sont plus chargées en magnésie dans les parties inférieures que dans les supérieures.

M. Escher croit qu'il n'y a qu'un seul étage de dolomie, cependant il remarque avec justesse que cette roche est au-dessous de la formation de Saint-Cassian dans le Voralberg, tandis qu'à Saint-Cassian même elle est au-dessus. On voit également de puissants bancs de dolomie avec les étages n°s 16 et 17. Il résulte de ces faits que la succession des terrains placés au-dessous du lias est moins précise que celle des terrains plus modernes.

Dans la vallée de Rells, au Triesnerkulm, au col de Virgloria, la dolomie repose sur un grès rouge et sur un conglomérat quartzeux que l'on a longtemps classé dans la grauwacke, mais que la carte de la Suisse a réuni au verrucano. C'est la roche sédimentaire la plus ancienne de la contrée. Ailleurs la dolomie repose sur les n°s 16 et 17 qui appartiennent évidemment au trias.

Le *schiste à Halobia*, n° 16, est formé d'ardoises noires contenant les fossiles suivants : Baktrylhium, Schmidii, et Merianii, Heer, Ammonites globosi, Halobia lommelli, Wiss. Il contient aussi des gypses (Rellsthal), des dolomies sablonneuses ressemblant au grauwacke et des nodules de calcaire marneux contenant des pecten? des cardimia et des melania?

Le n° 17, nommé Lettenkohle (houille argileuse) ne peut se séparer du précédent ; il paraît même alterner avec lui, ce qui a donné à l'auteur l'idée qu'il y avait dans ces formations des alternances de terrain d'eau douce et de terrain marin, car celui-ci est lacustre, tandis que le n° 16 est marin. Le terrain de la houille argileuse est formé d'un grès quartzeux et d'ardoises. On y trouve les fossiles suivants : Equisetum columnare, Pterophyllum longifo-

lium, P. Jægeri, Cycadites, calamites arenaceus qui, d'accord avec ses caractères lithologiques, le font rapporter au keuper. Une dent de poisson qui, d'après M. H. de Meyer, a appartenu à un poisson triasique, vient encore compléter ce rapprochement. On le trouve développé dans le Rellsthal, à Vadans, au Triesnerkulm, à Dalaas, à Bludenz, etc.

Le Muschelkalk, n° 18, ne se voit que dans les Alpes lombardes. Il y est caractérisé par le Baktryllium canaliculatum, l'Encrinites lilliformis, Myophoriœ et Ceratites.

Le grès bigarré, n° 19, se voit à Régoledo, où il contient le Voltzia heterophylle, Bronn. et l'Æthophyllum speciosum, Schimp.

Le grès rouge, conglomérat quartzeux ou verrucano, présente une composition lithologique assez variée. La masse la plus importante est un conglomérat, tantôt fin, tantôt grossier de galets de quartz souvent coloriés par de l'oxyde de fer. Il contient moins de talc que celui de Glaris, et en devenant compacte il prend de l'analogie avec les porphyres. Dans le val de Rells, les schistes de cette formation rappellent, tantôt les schistes argileux, tantôt le schiste micacé, et près de Vadans, le schiste micacé est placé dans le grès rouge (Hindelang, Vorderjoch, Thannheim). Le grès rouge est la roche de sédiment la plus ancienne de la contrée, les masses qui en sont formées sont souvent entourées de gypses.

Les roches métamorphiques sont assez nombreuses dans le Voralberg. Les principales sont les suivantes.

L'ardoise noire qui se trouve souvent à la base de la grande masse de dolomie. Le schiste talqueux (Rœtikon. Val Samina et de Gamperton).

Le gypse. Les roches talqueuses à grenats semblables à celles des Nuffenen. Des calcaires blancs avec hornblende. La dolomie. Le gneiss (Geisspitz, etc.). Le spilite (entre le val Samina et celui de Gamperton).

L'observation démontre que, dans la partie moyenne des Grisons, les couches se dirigent au nord. Il en est de même dans le val de Paznaun. Près de Kappl elles se dirigent quelquefois à l'ouest.

En résumé, il paraît que la formation anthraxifère, qui s'étend

dans les Alpes françaises, savoyardes et suisses, jusqu'au mont Todi, et qui est, d'après M. Heer, l'équivalent du terrain houiller, n'est pas représentée dans le Voralberg et dans la contrée placée plus au sud. On sait qu'elle se retrouve à la Stangen-Alp en Styrie. Il est donc probable qu'à l'époque où elle se déposait dans les localités où on la trouve, le Voralberg formait une île dont il est difficile d'assigner les dimensions. Les recherches de M. Escher n'ont pu également dévoiler ce qu'était ce pays à l'époque permienne, et durant le commencement du trias.

Mais à l'époque de la formation des terrains de Saint-Cassian et du lias, le pays a été longtemps couvert par la mer. L'absence des terrains plus jeunes que le lias et la dolomie fait croire que depuis l'époque où la mer les a déposés, la surface du sol est restée exposée à l'air et n'a plus été recouverte. Cette terre se terminait à cette époque du côté de l'ouest à peu près là où se trouve le Rhin de nos jours, car plus à l'occident on retrouve des terrains jurassiques très-développés. Au sud, elle s'étendait du côté de la Lombardie; en effet, on n'a trouvé aucun fossile plus jeune que le lias, entre la partie moyenne des Grisons, le val de Côme et le val Camonica; cependant la limite de cette île, du côté du sud, est difficile à fixer. Dans l'ouest de la Suisse, jusqu'au lac de Lucerne, il n'y a pas eu de dislocation violente entre les terrains jurassiques et les terrains crétacés, puisque ces roches sont parallèles jusque dans leurs contournements. Le passage des terrains crétacés au terrain éocène s'est fait avec tranquillité. L'absence des couches éocènes dans les chaînes du Voralberg et du Sentis peut faire supposer qu'à l'époque nummulitique il existait dans cette région une espèce d'archipel, dont les îles étaient distribuées d'une manière différente que ne le sont les cimes des chaînes actuelles, l'observation ayant montré que la plupart des sommets de la plus haute chaîne calcaire de la Suisse, du Todi au Wildhorn, sont formés de roche nummulitique. Entre le dépôt du flysch et celui de la molasse, il y eut un mouvement du sol qui convertit la chaîne des Alpes en une espèce de continent, ce qui empêcha la molasse d'être déposée dans l'intérieur de la chaîne; c'est un fait reconnu depuis long-

temps. Enfin, la dernière et peut-être la plus grande des révolutions qui aient affecté le sol de cette contrée, est celle qui eut lieu après le dépôt de la molasse d'eau douce supérieure, soulevée à Saint-Gall, sur les bords du lac de Zurich, au Schnebelhorn, et avant la formation du terrain à lignite d'Uznach, de Durnten et d'Aix en Savoie. Mais si les recherches de M. C. Meyer classent définitivement la molasse marine dans le terrain miocène et l'ont reliée d'un côté avec la molasse du midi de la France et de l'autre avec les terrains du bassin de Vienne, il reste encore des doutes sur l'âge de la couche d'eau douce supérieure qui n'a pas moins de 1000 pieds de puissance. Les mammifères trouvés dans les trois étages de la molasse ne dénotent aucune différence d'âge, et les recherches de M. Heer n'indiquent que des différences si minimes qu'il est disposé à regarder la formation d'Œningen (surperposée à la molasse d'eau douce supérieure) comme appartenant à l'époque miocène.

On peut donc conclure que la révolution du sol la plus forte qui ait affecté la Suisse et le Voralberg a eu lieu entre l'époque miocène et le terrain diluvien (terrain de transport ancien de M. Elie de Beaumont.) Ce grand et important travail de M. Escher se termine par des recherches sur le trias, dans le nord de la Lombardie.

M. Renevier a découvert à San-Jovani di Bellagio des fossiles que les déterminations de M. Mérian ont fait rapporter à la formation de Saint-Cassian, ce fait est important, et M. Escher nous fait connaître des coupes détaillées de diverses localités des bords du lac de Côme, du val Brembana, du val Trompia, etc., mais la nature de cette partie de son mémoire s'oppose à ce qu'il en soit donné un extrait.

---

8. — SUR LES GEMMES ET LES CRISTAUX D'OR DU COMTÉ VICTORIA EN AUSTRALIE, par M. STEPHEN. (*Société géolog. de Londres*, 1er mars 1854.)

Ce travail est un catalogue raisonné de toutes les pierres précieuses sur lesquelles l'auteur a pu avoir des renseignements et de tous les échantillons d'or remarquables qu'il a pu se procurer. Ces



derniers sont en général associés aux minéraux suivants : quartz, feldspath, grenat, tourmaline, augite, olivine, fer titané, oxyde de fer, pyrite de fer et quelquefois oxyde d'étain.

Les gemmes sont les suivantes : saphir blanc et bleu (Ballarat); saphir spinelle, rubis et chrysolite de la rivière Peel ; zircon, rubis spinelle, topaze, grenat et tourmaline de la rivière Ovens. Ce catalogue indique encore le grenat pyrope au mont Alexandre, le diamant dans la Nouvelle-Galles du Sud, ainsi que la topaze blanche ; de gros beryls au mont Crawford ; de grandes tourmalines à la baie Encounter, au canal d'Entrecasteaux, à la terre de Van Diemen ; l'émeraude au mont Remarquable et l'opale dans l'Australie méridionale. L'auteur croit que ces pierres précieuses se trouveront en assez grande quantité pour pouvoir donner lieu à un commerce important.

Les échantillons d'or que M. Stephen a mis sous les yeux de la Société sont remarquables par leurs formes et par leur grosseur ; l'un d'eux entre autre, qui présente la forme du cubo-octaèdre, a un peu moins d'un pouce de diamètre. On voit parmi ces cristaux des octaèdres et des dodécaèdres parfaits, les uns avec les faces pleines, les autres caverneuses ; des cubes à différentes époques de leur formation, des cristaux maclés, des dendrites d'or que l'auteur appelle de la mousse d'or. L'or se trouve aussi sur la galène et quelquefois dans un conglomérat de chlorite, de quartz, de steatite et de matières ferrugineuses. L'auteur soutient que l'or d'Australie a souvent été trouvé enfermé dans le quartz ou le renfermant, mais que jamais il n'est renfermé dans le granit. Les plus beaux échantillons d'or ont été trouvés à Ballarat; l'or de Louisa Creek paraît être le plus riche en argent.

---

9. — SUR LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DU MONT ALEXANDRE, COMTÉ VICTORIA (AUSTRALIE), par M. SELWYN. (*Société géol. de Londres*, 1er mars 1854.)

On voit sur la carte et sur les coupes qui accompagnent ce travail que le mont Alexandre fait partie d'une chaîne granitique qui



s'étend de la rivière Coliban à l'est, à celle de Loddon à l'ouest, en ayant une épaisseur de 4 à 12 milles et en décrivant un demi-cercle dont la convexité est tournée au nord. De tous côtés, le granit est entouré de roches métamorphiques, sauf à son extrémité orientale, où il est recouvert par un amas de lave basaltique, et à l'ouest où la basalte forme aussi une plaine près du Loddon. Le granit, qui est d'un grain fin et d'une décomposition facile, présente une structure sphéroïdale. Il est pénétré par de nombreux filons granitiques ; il paraît ne contenir ni veines de quartz, ni métaux. Les roches métamorphiques consistent en grès, en schiste argileux, en conglomérats, etc., qui sont tous d'autant plus cristallins et micacés qu'ils sont voisins du granit. La masse entière des grès est traversée par un clivage très-remarquable dirigé du nord au sud. La stratification est obscure. De nombreuses veines de quartz qui traversent les couches coïncident avec le clivage. Ces veines contiennent de l'or, de la galène, de la blende et des minéraux de fer. On dit que l'on y trouve aussi le platine. Quoiqu'on n'y ait trouvé aucun fossile, on peut regarder ces roches comme appartenant au terrain cambrien ou au terrain silurien ancien. Leur épaisseur totale dans ce district n'est pas moindre de 35,000 pieds.

Le basalte, dont nous avons parlé, est évidemment le reste d'un grand courant qui a rempli une vallée existant à l'époque de son éruption, et dans lequel la rivière a creusé son lit actuel dont la profondeur atteint quelquefois 200 à 300 pieds.

Les alluvions aurifères recouvrent toute l'étendue des roches métamorphiques, et paraissent s'être répandues à l'époque tertiaire. Leur épaisseur varie de quelques pouces à une centaine de pieds. Ils sont formés de masses tantôt stratifiées, tantôt irrégulières, d'argile ferrugineuse, de sable et de gravier mêlé de fragments de schistes argileux, de grès, de quartz, etc., tantôt roulés, tantôt anguleux. L'or se trouve en général dans la partie la plus basse de cette masse. On peut se convaincre facilement que cette grande masse de détritus provient des roches sous-jacentes, et que l'or provient des veines de quartz

---

10. — Nouveaux détails sur l'existence du platine dans le département de l'Isère, par M. Gueymard. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1854, tome XXXVIII, p. 941.)

Voici quelques détails nouveaux sur la distribution du platine dans les terrains alpins dont nous avons déjà parlé (*Archives*, XXI, p. 334). Je ne l'ai pas trouvé, dit M. Gueymard, dans les roches éruptives anciennes, ni dans les vieux terrains stratifiés; il commence à être fréquent dans le lias supérieur, et je l'ai trouvé dans tous les terrains supérieurs au lias jusqu'au diluvien alpin. Il appartient aussi aux filons de cuivre et de fer carbonaté, jamais aux gîtes de galène.

---

11. — Sur les débris de poissons dans les silex, par M. Alexandre. (*Société géol. de Londres*, 22 mars 1854.)

L'auteur a mis sous les yeux de la Société une collection de silex de la craie renfermant des écailles des os de poissons et des mâchoires avec leurs dents. C'est particulièrement dans les silex des environs de Diss, dans le Norfolk, qu'ils sont abondants.

BOTANIQUE.

12. — Ch. Martins; Le jardin des plantes de Montpellier; un vol. in-4° de 92 pages et IX planches. Montpellier et Paris, 1854.

Le nouveau directeur du Jardin botanique de Montpellier, M. Charles Martins, vient de publier une description de cet établissement célèbre, et en même temps, on peut le dire, une histoire presque complète de la botanique à Montpellier.

Aucun jardin dans le monde ne méritait autant de devenir l'objet d'un travail historique approfondi. L'étude de la botanique était déjà florissante à Montpellier au commencement du seizième siècle. Elle avait attiré l'attention de Rondelet et du célèbre Rabelais, professeurs à l'école de médecine; elle avait motivé le séjour dans

le pays de Ruellius, de Fuchsius, de Daléchamp, de Clùsius, de Lobel, de C. Bauhin, et d'autres botanistes illustres de cette époque, lorsque Richer de Belleval, gentilhomme né à Châlons-sur-Saône, obtint de Henri IV un édit, de décembre 1593, enregistré le 11 mars 1595 au parlement de Languedoc, par lequel un jardin botanique devait être fondé, à l'imitation de ceux d'Italie et d'autres pays. C'était le premier en France, car le jardin de Paris date de 1635; mais il en existait déjà à Padoue, à Pise, à Bologne, à Leyde, à Leipzig, etc.

Les autorisations une fois obtenues, Richer de Belleval ne perdit pas de temps, puisque le jardin fut ouvert en 1596. On peut juger de son aspect primitif par une planche très-curieuse de l'ouvrage de M. Martins, copiée d'une gravure excessivement rare, peut-être unique, attribuée à Richer de Belleval lui-même. Rien n'est plus différent des jardins actuels, même de celui de Montpellier. Les plantes y sont placées sur des banquettes en maçonnerie, qui ne ressemblent pas mal à de longs fourneaux de restaurateur. Les bâtiments sont nombreux et les inscriptions ne sont pas épargnées. Sur une porte on voit le mot *Herbarium*, sur une autre *Seminarium* (pépinière ou semis d'arbres), ailleurs *Auditorium ;* une sorte de cour entre quatre murs est intitulée *Plantæ quarum in medicina his temporibus maxime usus est ;* et sur la porte d'entrée on lit la fameuse inscription qui devrait être dans tous les musées et tous les jardins botaniques :

Hic Argus esto et non Briareus.

Soyez Argus et non Briarée ! vous, étudiants, amateurs, jardiniers de tous les temps, de tous les pays ; vous, qui arrachez les plantes annuelles avant leur graine impatiemment attendue ; vous qui déchirez une plante précieuse pour l'enfouir dans un herbier souvent inutile ; vous qui êtes assez lâche pour gagner à prix d'argent de pauvres ouvriers, c'est Richer de Belleval qui vous le dit dans son latin d'une concision spirituelle.

On voyait dans cet établissement une petite montagne servant, d'un côté, aux espèces qui ont besoin d'ombre, et de l'autre, à celles

qui demandent une exposition méridionale ; des prairies, imitées de la nature; des terrains sablonneux ; en un mot, les stations diverses, propres à favoriser le développement de chaque espèce. Belleval envoya des collecteurs dans les pays voisins pour peupler son jardin. Les frais dépassèrent les allocations; aussi fut-il obligé, après avoir fait des avances sur sa propre fortune, d'implorer de nouveau la générosité de Henri IV, et celle des Etats généraux de Languedoc. Grâces à leur secours, et surtout au zèle qu'il déploya, il était parvenu à cultiver 1332 espèces différentes, lorsque le siége de Montpellier, en 1622, renversa l'ouvrage de trente ans de sa vie. Les troupes du roi Louis XIII, dirigées contre les protestants qui défendaient la ville, firent des travaux de fortification dans le jardin, et la partie la plus haute, voisine de la promenade du Peyrou, fut entièrement bouleversée. Protégé ensuite par le cardinal de Richelieu, Belleval parvint à rétablir la partie inférieure dans un état satisfaisant; le reste fut vendu pour des constructions particulières. Enfin, après avoir dépensé plus de cent mille livres pour la création, l'entretien et la restauration du jardin qui était son œuvre, autant que celle du roi, l'infatigable Richer de Belleval mourut en 1632, à l'âge de 68 ans.

Après une suite de directeurs plus ou moins inconnus, le jardin fut confié au célèbre Magnol, celui qui a conçu le premier d'une manière lucide le groupement des plantes par familles naturelles. Son histoire a été singulière. Il était du pays ; il avait été désigné par l'Université en 1667, à la suite d'un brillant concours ; il fit bientôt office de professeur avec une rare distinction ; mais il était protestant, et ne put être nommé par le roi que vingt-sept années après le concours, lorsque Fagon eut obtenu de lui qu'il se fit catholique. Les complications de cette espèce n'ont pas été rares à Montpellier. Si nous voulions compléter sur ce point l'ouvrage de M. Martins, nous pourrions ajouter tout un chapitre sur les Magnol et les Fagon de notre époque, ou seulement sur ceux de 1815. Ceci nous conduirait un peu loin. Nous nous contentons de sourire en nous rappelant à ce sujet le mot d'une femme d'esprit. Elle était née catholique, mais ayant épousé un protestant, son fils, pro-



fesseur de botanique, était protestant. On se plaignait devant elle de ce que tant de botanistes étaient hérétiques, « que voulez-vous, répondit-elle, il faut un peu d'indulgence : Flore était païenne. »

M. Martins retrace d'une manière intéressante les progrès de la botanique à Montpellier dans les dix-septième et dix-huitième siècles. Il entre ensuite dans de nombreux détails sur l'époque où De Candolle était directeur du jardin, et où, par son zèle et par les libéralités personnelles du ministre Chaptal, l'établissement fut doublé en étendue.

La seconde partie de l'ouvrage renferme une description topographique du jardin. On y remarque un résumé de la tradition, ou si l'on veut de la légende moderne, relative au tombeau de la fille du poëte Young. Enfin le volume est terminé par des vues et plans de diverses époques, et par les portraits de Richer de Belleval et de Magnol.

Alph. DC.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1854.

Le 1er, vers 3 h. du matin, orage avec éclairs et tonnerres ; depuis 3 h. 30 m. de l'après-midi de ce jour jusqu'au lendemain à midi 15 m., pendant près de 21 h., on a entendu le tonnerre presque continuellement ; les nuages orageux, donnant lieu à de fortes décharges électriques et à de violentes averses, se succédaient sans interruption dans la direction du SO. au NE.

» 2, tonnerres entre 3 h. et 4 h. de l'après-midi.

» 6, entre 3 h. 30 m. et 3 h. 45 m. de l'après-midi, deux coups de tonnerre du côté du S. ; à 9 h. du soir, magnifique arc-en-ciel lunaire ; l'arc est parfaitement tracé et très-brillant, seulement il est presque blanc, les couleurs se distinguent à peine.

» 9, de 10 h. 30 m. à 11 h. 30 m., halo solaire.

» 11, à 6 h. du matin, brouillard.

» 14, pendant toute la soirée, éclairs de chaleur au NO.

» 15, quelques coups de tonnerre, dans la nuit du 14 au 15, vers minuit et à 6 h. du matin.

» 16, faible halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

» 22, éclairs pendant toute la soirée.

Température du Rhône :

1re décade,	+18°,67
2me »	+18°,65
3me »	+19°,27
Mois	+18°,89

Maximum, le 1er + 22°,00. Minimum, le 4 et le 18, + 14°,75.

GENÈVE. — AOUT 1854.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	725,58	725,33	723,28	724,39	+17,2	+21,6	+25,1	+19,3	+17,0	+26,6	1,00	0,76	0,58	0,97	13,4	variab.	0,80	60,0
2	723,67	722,31	722,55	724,71	+17,5	+16,0	+20,8	+17,2	+15,9	+21,8	0,99	0,98	0,65	0,72	24,7	S. 1	0,93	60,5
3	725,53	725,04	724,77	725,08	+16,8	+20,5	+20,9	+16,9	+14,0	+22,3	0,70	0,58	0,53	0,68	»	S. 1	0,72	61,0
4	725,21	724,95	724,58	725,63	+17,6	+20,6	+21,5	+17,0	+13,3	+22,5	0,64	0,52	0,54	0,61	»	SSO. 1	0,79	62,0
5	727,19	726,76	726,01	726,60	+15,8	+18,4	+20,3	+15,4	+11,4	+22,1	0,58	0,55	0,45	0,62	»	variab.	0,39	63,0
6	726,50	725,48	725,35	726,77	+15,1	+17,2	+18,0	+13,7	+ 8,6	+20,8	0,55	0,65	0,62	0,92	7,3	N. 1	0,69	63,0
7	725,93	725,40	725,18	726,28	+14,5	+18,5	+17,2	+15,4	+10,1	+19,5	0,87	0,63	0,59	0,70	»	N. 1	0,79	64,0
8	727,57	727,62	727,19	727,20	+14,9	+19,2	+19,0	+15,8	+ 9,2	+19,4	0,77	0,55	0,60	0,74	»	N. 1	0,33	63,0
9	727,65	727,18	726,10	726,04	+15,4	+19,0	+22,0	+19,3	+ 9,0	+24,0	0,78	0,60	0,60	0,84	»	N. 1	0,52	65,0
10	725,45	725,61	725,16	725,44	+15,5	+18,1	+16,2	+14,8	+14,2	+18,9	1,00	0,85	0,98	0,97	18,2	variab.	0,99	66,0
11	726,99	726,75	726,56	728,27	+17,0	+21,2	+19,7	+16,8	+11,8	+24,0	0,86	0,55	0,60	0,70	»	N. 1	0,61	66,0
12	728,23	727,40	726,43	726,46	+16,8	+19,5	+20,6	+18,2	+10,0	+20,8	0,68	0,61	0,55	0,57	»	N. 1	0,11	65,5
13	726,95	726,26	725,08	725,36	+17,4	+19,8	+22,4	+19,9	+10,4	+22,6	0,82	0,71	0,66	0,76	»	N. 1	0,06	65,0
14	726,67	726,43	725,63	725,52	+19,0	+25,0	+26,8	+21,8	+12,2	+28,1	0,84	0,63	0,40	0,64	»	variab.	0,26	65,0
15	727,16	727,06	728,08	729,21	+17,6	+17,0	+17,4	+14,2	+13,2	+22,6	0,87	0,94	0,67	0,81	5,5	S. 1	0,91	64,0
16	728,27	728,52	729,07	729,71	+15,6	+19,5	+19,8	+16,6	+11,8	+20,9	0,77	0,46	0,49	0,64	»	SSO. 1	0,58	64,0
17	730,77	729,35	728,17	728,87	+15,8	+20,6	+21,3	+16,9	+11,2	+22,2	0,64	0,44	0,42	0,53	»	S. 1	0,60	64,0
18	730,09	730,51	730,49	731,02	+16,2	+16,4	+17,5	+15,4	+12,8	+18,3	0,76	0,74	0,60	0,67	2,2	N. 1	0,43	63,0
19	731,80	731,18	730,04	729,86	+13,9	+17,8	+19,7	+15,8	+ 7,5	+20,0	0,76	0,58	0,46	0,60	»	N. 1	0,01	62,0
20	729,60	729,09	728,60	728,76	+14,6	+19,1	+20,5	+17,6	+ 8,1	+20,5	0,75	0,45	0,48	0,65	»	N. 1	0,24	62,0
21	729,19	728,49	727,34	727,13	+15,5	+20,1	+22,6	+18,6	+ 9,0	+23,4	0,77	0,54	0,53	0,81	»	N. 1	0,14	61,0
22	726,35	725,70	725,78	726,63	+19,2	+27,3	+26,7	+22,0	+12,0	+28,4	0,73	0,39	0,45	0,44	»	SSO. 1	0,55	60,0
23	729,93	730,07	729,34	730,82	+17,8	+20,0	+21,4	+17,2	+15,2	+22,0	0,60	0,46	0,34	0,58	»	N. 1	0,13	60,0
24	732,02	731,56	730,33	730,45	+14,2	+18,7	+21,8	+19,0	+ 8,3	+21,9	0,78	0,65	0,51	0,63	»	N. 1	0,24	59,0
25	729,18	729,23	730,10	730,64	+17,4	+15,9	+17,6	+15,2	+13,6	+18,5	0,65	0,90	0,55	0,69	0,4	N. 1	0,79	58,0
26	730,33	730,44	730,45	731,26	+14,5	+17,4	+18,0	+15,5	+11,9	+18,4	0,65	0,51	0,46	0,62	»	N. 3	0,11	57,0
27	732,30	732,08	731,77	732,11	+12,7	+17,4	+18,6	+16,3	+11,5	+19,5	0,70	0,54	0,55	0,54	»	NNE. 3	0,19	56,0
28	733,61	733,45	732,74	733,10	+12,9	+17,5	+20,3	+16,6	+10,4	+20,2	0,67	0,57	0,41	0,55	»	N. 2	0,04	56,0
29	733,87	732,89	732,01	733,12	+16,0	+19,9	+21,1	+18,6	+ 9,4	+21,8	0,69	0,60	0,55	0,68	»	NNE. 3	0,11	54,0
30	734,01	733,09	731,54	731,55	+16,5	+19,2	+21,6	+17,8	+10,6	+21,9	0,79	0,64	0,59	0,78	»	N. 1	0,09	
31	731,35	730,50	729,44	729,81	+16,9	+22,4	+20,6	+18,4	+10,5	+23,7	0,80	0,68	0,76	0,85	»	N. 1	0,[illegible]	

Moyennes du mois d'Août 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	725,56	726,03	725,78	725,57	725,18	725,02	725,19	725,81	726,03
2e »	728,45	728,65	728,63	728,25	727,93	727,82	727,81	728,30	728,46
3e »	730,96	731,10	731,00	730,68	730,38	730,07	730,04	730,60	730,83
Mois...	728,40	728,68	728,55	728,25	727,91	727,72	727,76	728,32	728,52
				Température.					
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	+13,75	+16,03	+17,79	+18,91	+20,65	+20,10	+18,24	+16,48	+15,60
2e »	+12,23	+16,39	+18,56	+19,59	+20,63	+20,57	+19,54	+17,32	+15,50
3e »	+12,22	+15,78	+17,71	+19,62	+20,66	+20,94	+19,85	+17,75	+16,34
Mois...	+12,72	+16,06	+18,01	+19,38	+20,65	+20,55	+19,23	+17,20	+15,83
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	10,69	10,71	10,62	10,77	10,61	10,59	10,49	10,92	11,31
2e »	9,85	10,84	11,07	10,32	9,96	9,59	10,06	9,76	10,11
3e »	8,70	9,53	9,38	9,92	9,42	9,61	10,09	9,87	9,46
Mois....	9,71	10,34	10,33	10,32	9,98	9,92	10,21	10,17	10,27
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,90	0,79	0,72	0,67	0,59	0,61	0,68	0,78	0,85
2e »	0,92	0,77	0,69	0,61	0,56	0,53	0,60	0,66	0,77
3e »	0,83	0,71	0,62	0,59	0,51	0,52	0,58	0,65	0,68
Mois . .	0,88	0,76	0,68	0,62	0,55	0,55	0,62	0,69	0,76

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		mm	p
1re décade,	+12,27	+21,79	0,70	63,6	62,9
2e »	+10,90	+24,00	0,38	7,7	64,0
3e »	+11,13	+21,79	0,22	0,4	57,2
Mois....	+11,42	+22,50	0,42	71,7	61,3

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,8 O. et son intensité est égale à 39 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois d'Août: 20mm, répartie comme suit :

	mm
le 7	5
le 18	15

Saint-Bernard. — Août 1854.

Jours du mois	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h.d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s.	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	568,37	569,65	568,79	569,37	+ 6,9	+ 9,0	+11,3	+ 8,9	+ 6,0		84	83	82	82	20,6	SO. 1	0,69
2	565,84	565,80	565,10	566,27	+ 6,8	+ 5,6	+ 9,0	+ 6,4	+ 4,5		85	86	81	80	23,2	SO. 1	0,88
3	565,57	565,54	565,90	566,15	+ 4,7	+ 6,4	+ 5,5	+ 3,3	+ 3,0		83	79	77	77	»	NE. 1	0,91
4	565,63	565,99	565,85	566,14	+ 4,5	+ 6,7	+ 8,0	+ 6,3	+ 1,4		75	73	80	82	»	variab.	0,56
5	565,74	566,17	566,20	566,46	+ 0,6	+ 4,1	+ 4,7	+ 2,3	+ 0,5		84	77	74	82	»	NE. 2	0,78
6	566,20	566,04	565,70	565,45	+ 3,5	+ 9,3	+ 4,7	+ 0,9	0,0		79	78	79	84	8,1	NE. 1	0,72
7	565,20	565,10	565,34	565,68	+ 1,5	+ 2,8	+ 1,8	0,0	− 0,8		80	79	83	86	6,9	NE. 1	0,96
8	566,02	566,41	567,60	567,90	0,0	+ 3,9	+ 4,1	+ 2,9	− 1,4		86	79	79	78	»	NE. 1	0,70
9	568,59	569,34	569,52	569,99	+ 6,8	+10,3	+10,9	+ 8,2	+ 1,9		77	78	76	79	»	SO. 1	0,40
10	569,44	568,64	567,65	566,96	+ 6,4	+ 6,6	+ 7,3	+ 6,2	+ 5,0		84	87	86	88	28,5	SO. 2	1,00
11	567,15	567,35	567,48	567,88	+ 3,7	+ 4,9	+ 4,1	+ 3,6	+ 2,0		90	87	90	92	»	NE. 1	0,92
12	567,92	568,21	568,33	568,52	+ 3,5	+ 7,2	+ 6,9	+ 6,7	+ 0,9		87	79	87	88	»	NE. 1	0,03
13	568,64	569,04	568,96	569,58	+ 6,5	+11,5	+10,8	+ 9,3	+ 5,0		93	88	84	93	»	NE. 1	0,32
14	570,14	570,16	570,32	570,45	+ 8,7	+11,8	+12,5	+ 9,0	0,0		91	91	89	91	»	SO. 1	0,47
15	568,87	568,64	569,07	569,19	+ 6,3	+ 7,5	+ 6,4	+ 5,0	+ 4,8		96	97	90	95	»	SO. 2	0,88
16	568,73	568,73	568,92	569,14	+ 6,3	+ 8,2	+ 7,8	+ 2,6	+ 2,0		94	89	91	91	»	SO. 1	0,74
17	568,43	569,48	569,27	569,66	+ 4,4	+ 9,7	+ 8,4	+ 2,8	− 0,8		90	74	87	89	»	NE. 1	0,48
18	567,76	568,90	569,68	570,08	+ 0,4	+ 2,4	+ 3,0	+ 0,8	− 0,7		93	93	93	90	10,3	NE. 1	0,76
19	569,76	570,42	570,33	570,38	+ 3,0	+ 6,0	+ 6,9	+ 3,3	− 0,9		77	68	64	65	»	NE. 1	0,00
20	568,68	568,87	568,86	569,44	+ 3,5	+ 6,4	+ 4,4	+ 2,9	+ 1,7		66	66	69	79	»	NE. 2	0,44
21	569,85	570,62	570,44	570,85	+ 5,3	+11,6	+10,7	+ 7,3	+ 2,0		59	66	68	76	»	NE. 1	0,08
22	569,78	569,73	569,60	569,76	+10,4	+14,2	+10,5	+ 8,3	+ 6,3		79	77	78	79	»	NE. 1	0,51
23	569,12	569,61	570,14	570,98	+ 3,5	+ 4,8	+ 5,2	+ 4,3	+ 2,8		86	83	82	77	7,4	NE. 2	0,57
24	571,47	571,98	572,00	572,50	+ 6,4	+10,0	+ 9,3	+ 7,6	+ 2,7		52	59	63	74	»	NE. 2	0,19
25	569,59	567,76	567,87	567,69	+ 7,5	+ 5,0	0,0	− 1,0	− 1,4		81	87	86	86	16,0	NE. 2	0,93
26	567,87	569,36	569,60	570,11	− 1,0	+ 3,5	+ 5,5	+ 2,0	− 3,0		85	78	72	83	»	NE. 1	0,21
27	570,50	571,00	571,11	571,47	+ 5,0	+ 7,8	+ 6,8	+ 3,9	− 0,3		75	82	72	80	»	NE. 1	0,50
28	571,85	572,22	572,36	572,75	+ 5,8	+ 8,0	+ 6,4	+ 4,5	+ 1,9		78	69	70	80	»	NE. 1	0,00
29	572,25	572,67	573,25	573,66	+ 4,3	+ 9,2	+ 8,9	+ 7,3	+ 3,4		75	73	74	77	»	NE. 1	0,09
30	574,06	573,99	573,79	573,86	+ 6,4	+11,5	+10,2	+ 9,0	+ 5,3		68	65	67	74	»	NE. 1	0,01
31	573,28	573,30	572,97	573,10	+10,7	+12,5	+11,9	+ 8,3	+ 5,9		76	66	70	74	»	NE. 1	0,08

Moyennes du mois d'Août 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	566,49	566,66	566,70	566,87	566,86	566,76	566,84	567,04	567,22
2e »	568,53	568,61	568,80	568,98	569,01	569,12	569,16	569,43	569,50
3e »	570,63	570,88	571,07	571,11	571,17	571,19	571,23	571,52	571,57
Mois ...	568,62	568,78	568,93	569,06	569,08	569,10	569,15	569,40	569,50

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 3,34	+ 4,17	+ 5,47	+ 6,47	+ 6,78	+ 6,73	+ 5,21	+ 4,54	+ 4,00
2e »	+ 3,22	+ 4,63	+ 6,10	+ 7,56	+ 8,28	+ 7,12	+ 6,11	+ 4,60	+ 4,59
3e »	+ 4,15	+ 5,85	+ 7,76	+ 8,92	+ 9,40	+ 7,76	+ 6,51	+ 5,59	+ 5,47
Mois...	+ 3,59	+ 4,91	+ 6,49	+ 7,69	+ 8,20	+ 7,22	+ 5,06	+ 4,93	+ 4,71

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	83,0	81,7	80,2	79,9	78,1	79,7	80,1	81,8	81,6
2e »	89,0	87,9	85,6	83,2	84,3	84,4	84,9	87,3	88,2
3e »	79,0	74,0	73,4	73,2	72,5	72,9	77,4	78,2	79,0
Mois...	83,5	81,0	79,5	78,6	78,1	78,8	80,7	82,3	82,8

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	+ 1,99	—	0,76	87,3
2e »	+ 1,40	—	0,50	10,3
3e »	+ 2,33	—	0,29	23,4
Mois...	+ 1,92	—	0 51	121,0

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,36 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 48 sur 100.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

NOTICE SUR QUELQUES POINTS DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DE LA NORWÉGE, extraite du Voyage dans ce pays-là, récemment publié par M. le prof. James FORBES.

Avant la publication, qui a eu lieu à Edimbourg vers la fin de l'année dernière, du voyage en Norwége de M. Forbes, sous le titre de *Norway and its Glaciers*, il existait déjà divers ouvrages scientifiques d'un grand mérite, contenant des développements relatifs à la géographie physique de cette contrée. Parmi ces ouvrages, nous citerons 1° celui de l'évêque de Bergen, Pontoppidan, sur l'histoire naturelle de la Norwége, publié en 1755 ; 2° ceux de Wahlenberg, publiés en suédois, vers l'année 1808, et dont le dernier a été traduit en allemand, par Hausmann, en 1812; 3° le voyage en Norwége et en Laponie du célèbre naturaliste de Berlin Léopold de Buch, voyage exécuté de 1806 à 1808, et dont une traduction française par Eyriés, précédée d'une introduction de M. de Humboldt, a paru en 1816 en 2 vol. in-8°; 4° la *Gœa Norvegica*, publiée par Keilhau, Munch et d'autres savants scandinaves, et les ouvrages de Naumann écrits en allemand ; 5° enfin, la partie de géographie physique du dernier voyage des savants

français dans le Nord, et le mémoire étendu de M. l'ingénieur Durocher, publié en 1847 dans le tome XII de la 4me série des *Annales des mines*, sous le titre de: *Etudes sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe.*

M. Forbes n'a fait en Norwége qu'une excursion d'été assez rapide, en 1851, pendant laquelle il a cependant parcouru une grande étendue de côtes, en bateau à vapeur, et a, en outre, traversé par terre la partie de l'intérieur du pays comprise de Christiania à Drontheim, le long du Dovrefield, en faisant l'ascension du Sneehätten, dont la cime a 7520 pieds au-dessus de la mer. Mais il a réuni dans son ouvrage, soit par ses propres observations et réflexions, soit par l'étude des publications antérieures, bon nombre de renseignements curieux sur ce pays-là; et en particulier, les deux chapitres de l'ouvrage relatifs à la géographie physique et aux glaciers de cette contrée nous paraissent offrir un résumé très-intéressant, et à la portée d'un grand nombre de lecteurs, de l'état actuel des connaissances acquises sur ce sujet. Nous nous proposons, en conséquence, de donner ici un extrait de ces deux chapitres, qui fera suite à l'analyse rapide du voyage lui-même, publiée dans la partie générale du cahier de juin 1854 de la *Bibliothèque Universelle.*

§ 1. *Sur la configuration de la Norwége.*

La hauteur générale des montagnes de la Scandinavie est inférieure à celle des Alpes, des Andes, du Caucase et de l'Himalaya, et s'accorde, par conséquent, avec l'opinion généralement reçue que l'élévation diminue, à la surface de la terre, en allant de l'équateur vers les pôles. Le plus haut point de la Norwége est à 8500 pieds au-dessus du niveau de la mer, à la latitude de 61° $^1/_2$: mais quoi-

que ce pays soit regardé à juste titre comme montagneux, il l'est plutôt en raison de son élévation générale, que par l'aspect remarquable de ses sommités isolées. La Suède est, comparativement, basse et aplanie; la Norwége la défend, comme un énorme rempart, de l'invasion de la mer du Nord, dont l'action est encore redoutable, mais qui, d'après les traces subsistantes d'anciennes convulsions, paraît avoir été le siége de forces plus énergiques encore. Le contour déchiré de la côte, la profondeur de ses petits bras de mer, ou *fiords*, qui pénètrent dans l'intérieur des terres, l'escarpement de ses promontoires, la multitude de ses îles, qu'on ne peut souvent presque pas distinguer de la terre ferme, sont des faits généralement connus. Ils semblent montrer que les limites entre la mer et la terre n'y sont devenues ce qu'elles sont maintenant qu'après une lutte prolongée, et que de grandes masses de terrain ont été graduellement minées ou enlevées; un état un peu stable n'a été ainsi obtenu qu'après la destruction d'obstacles d'un ordre inférieur, et lorsque les montagnes sont restées seules, à l'ouest et au sud-ouest, comme les boulevards de la Scandinavie.

La configuration de la Norwége peut être subdivisée en deux parties; savoir : 1° le district étroit et septentrional, de plus de 600 milles anglais de longueur, compris entre le cap Nord et la ville de Drontheim, dont M. Forbes écrit le nom selon l'orthographe norwégienne, *Throndhjem*; 2° la partie plus large, d'environ 400 milles de longueur, qui s'étend de Drontheim à l'extrémité méridionale du royaume. Le long du premier district les montagnes sont presque contiguës à la côte; la limite entre la Norwége et la Suède est située à une distance de la mer du Nord d'un quart seulement de la largeur de la péninsule scandi-

nave, et ce quart comprend toutes les plus hautes sommités. Le terrain élevé occupe plus de la moitié de la largeur de cette péninsule, sous le parallèle du Dovrefield, et il en remplit de beaucoup la plus grande partie au sud du Sylfield (lat. 63°). Cela est dû principalement à l'expansion de la côte vers l'ouest, où des montagnes de roches cristallines, de forte résistance, forment l'énorme *lobe* de terrain compris entre la mer du Nord et le Skagerrack. C'est ce massif qui, en supportant l'effort de forces venues du Nord à ce qu'il paraît, a non-seulement défendu tout le nord de l'Europe contre ce choc, mais a probablement fourni, par sa trituration, une partie de la matière dont se composent les terrains bas du continent d'Europe.

Nous voyons dans cette disposition générale des masses montagneuses de la Norwége une forte analogie avec celle des côtes occidentales des Iles Britanniques, ainsi que de l'Amérique du Nord et du Sud. Il semble presque certain qu'une cause commune a dévasté les côtes occidentales de la plupart des continents.

Les formes des montagnes norwégiennes ont été généralement mal comprises par les géographes. Elles ne constituent ni une chaîne en arête continue, s'élevant de terrains bas, ni une série de sommités distinctes détachées les unes des autres; elles forment, particulièrement dans la partie méridionale du pays, des *plateaux* de grande largeur, en général plus ou moins liés entre eux, quoique occasionnellement séparés par des vallées profondes et toujours étroites. Ces montagnes sont souvent si aplanies, qu'une voiture à quatre chevaux pourrait être conduite pendant un grand nombre de milles le long ou à travers de ce qu'on peut appeler leurs sommets, s'il existait des routes dans ces localités sauvages. L'œil parcourt ainsi

d'immenses distances, en franchissant entièrement les vallées intermédiaires, que cachent leurs étroites dimensions; et la vue n'est interrompue que par les ondulations du terrain, ou par de petites montagnes, qui s'élèvent çà et là au-dessus du niveau général, sans beaucoup ajouter à l'effet pittoresque du paysage.

Ces montagnes, à sommets en forme de table, sont ce qu'on nomme *Fjelds* en Norwége. Elles sont, en général, parallèles à la côte, et les principaux de ces massifs, en allant du nord au sud, sont le Dovre-field, le Lange-field, le Sogne-field, le Fille-field et l'Hardanger-field.

La proportion de terre arable en Norwége, d'après l'autorité compétente du professeur Munch, ne surpasse pas un dixième de la surface entière du pays, et si nous en excluons quelques plaines étendues situées près des villes principales, elle n'excède guère un centième. D'après une estimation approchée, fondée sur la carte du professeur Keilhau, si l'on considère la région norwégienne située au sud du fiord de Drontheim, la partie de la surface dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer surpasse 3000 pieds est de près des deux cinquièmes de la surface entière. Quand on se rappelle que sur cette étendue il n'y a qu'un sommet, le Galdhöpiggen ou Ymesfield, au-dessus de 8000 pieds, et qu'il y a très-peu de points dont la hauteur dépasse 6000 pieds, on comprendra mieux le caractère général de ces montagnes en forme de plateaux, dont la hauteur moyenne est plutôt au-dessous qu'au-dessus de 4000 pieds[1].

[1] Ces mesures sont évaluées en anciens pieds de Norwége, ou pieds du Rhin, plus petits d'environ trois centièmes que les pieds anglais.



Le centre de gravité de la partie élevée du pays, conserve un parallélisme approximatif avec la côte, quoique, par l'effet des profondes échancrures résultant des fiords, les bases des hautes montagnes soient souvent baignées par de l'eau salée, ou du moins saumâtre. Quant aux parties en dehors de celles-là, qui se rapprochent le plus de la mer, les plus remarquables sont les montagnes de Justedal et de Folgeland, couvertes l'une et l'autre de neiges perpétuelles.

M. Forbes a joint à son ouvrage, une carte générale de la Norwége, dressée avec soin par lui sur une petite échelle, dans laquelle il a cherché, en particulier, à donner une plus juste représentation des montagnes de ce pays-là qu'on ne l'a fait, en général, dans les anciennes cartes qui ont précédé celle de Keilhau, et où se trouvent spécialement indiquées les pays où il y a des glaciers et des neiges éternelles. Il a inséré aussi dans son ouvrage trois coupes transversales de la Scandinavie, la première passant par Torneå, la seconde par Drontheim, et la troisième traversant la partie la plus élevée du midi de la Norwége.

§ 2. *Sur quelques particularités du climat de la Norwége.*

On a cru longtemps que le climat de la Norwége était tout à fait inhospitalier. Pontoppidan remarque déjà, contrairement à cette idée, que le havre de Bergen ne gêle pas plus souvent que la Seine à Paris, c'est-à-dire, deux ou trois fois par siècle : tandis que ceux de Copenhague et de Lubeck sont fréquemment bloqués par la glace. Il attribue, avec justesse, cette circonstance à l'influence d'une mer ouverte. Un fait plus singulier est que sur toute la côte norwégienne, quoiqu'elle s'étende jusqu'à la latitude de 71°, jamais on n'a vu la plus petite parcelle de masse

de glace flottante, tandis que sur la côte orientale de l'Amérique du Nord, on a vu occasionnellement des glaces flottantes jusqu'à la latitude de 41°.

Jusqu'à une époque assez récente, on croyait généralement que la température moyenne annuelle du pôle nord était à 0° du thermomètre centigrade, celle de l'équateur aux environs de 30°; et qu'en chaque point il y avait une température intermédiaire dépendant seulement de la latitude. On s'aperçut ensuite de l'influence de la terre ou de la mer, en grandes masses, pour modifier le climat; la première pour accroître les inégalités de température, la seconde pour atténuer généralement les extrêmes de chaleur et de froid. Le célèbre Alexandre de Humboldt a le premier indiqué nettement les inflexions des lignes *isothermes*, ou des lignes passant par tous les points de la surface de la terre qui ont la même température moyenne annuelle. Si la température dépendait seulement de la latitude, ces lignes se confondraient avec les parallèles. Mais comme les continents sont plus chauds que l'Océan entre les tropiques, et plus froids à de plus hautes latitudes, les lignes d'égale température ont, dans le premier cas, une inflexion descendante dans les océans Atlantique et Pacifique, et ils en ont une ascendante dans le second. Ainsi, par exemple, la ligne de 40° de Fahr. (4°,4 centigr.), qui passe en Norwége près de Drontheim (lat. 63°), et atteint peut-être le 66me degré dans l'océan Atlantique, descend jusqu'au 48me degré en Canada, un peu au nord de Québec, et au 50me ou plus bas dans l'Asie orientale; tandis que, sous l'influence de l'océan Pacifique, elle remonte jusque vers le 60me degré de latitude sur la côte occidentale de l'Amérique du Nord.

Humboldt a fait faire un pas important de plus à cette

intéressante recherche, en distinguant les courbes des températures d'*hiver* et d'*été*. Il y a des points de la terre qui, tout en ayant la même température moyenne annuelle, peuvent être, les uns tempérés et salubres, les autres presque inhabitables, ces derniers à cause du froid excessif qui y règne en hiver, et qui se trouve compensé par une chaleur presque tropicale dans les mois d'été. Ainsi, tandis qu'à Drontheim la différence de température entre janvier et juillet est d'environ 22° du thermomètre centigrade, elle s'élève à plus de 63° à Jakutzk en Sibérie, située presque à la même latitude, et où le mercure gèle quelquefois pendant trois mois de l'année. D'un autre côté, aux îles Féroë, dont le climat est tout à fait insulaire, la différence de température entre janvier et juillet n'est que d'environ 10°.

La Norwége jouit d'une température moyenne plus élevée que celle de toute région continentale située à la même latitude, mais les extrêmes de chaleur en été et de froid en hiver y sont moins marqués. Il y a, sans doute, des différences frappantes sous ce rapport dans les diverses parties de ce pays, la côte ayant tout à fait le caractère tempéré et insulaire, et l'intérieur, ou le côté suédois, ayant un climat plus sévère: cependant l'assertion précédente n'en demeure pas moins vraie en considérant l'ensemble de la contrée. On le voit évidemment représenté par les lignes isothermes pour janvier et juillet, dans la région polaire arctique, tracées par M. le professeur Dove de Berlin, et reproduites sur l'un des angles de la carte de Norwége jointe à l'ouvrage de M. Forbes. L'océan Atlantique tempère l'action de l'hiver, en déversant sur les mers arctiques un flux de chaleur, à travers l'immense détroit compris entre le Groënland et la Norwége; et ce flux

se répand presque uniquement du côté de la Norwége, les lignes isothermes de janvier s'abaissant avec une extrême rapidité dans les latitudes inférieures de la région inhospitalière du Groënland.

Ce fait est suffisamment expliqué, par la direction constante du sud-ouest au nord-est du grand courant du Golfe (Gulf Stream) qui, partant de la Floride, avec la température élevée de ces régions équatoriales, traverse obliquement l'océan Atlantique jusqu'aux côtes occidentales du nord de l'Afrique et de l'Europe, et atteint celles des Iles Britanniques et de la Norwége, où il empêche l'invasion des glaces flottantes, dont le Finmark serait, sans cela, continuellement menacé. On a calculé que la chaleur déversée dans l'océan Atlantique par ce courant, en un jour d'hiver, suffirait pour élever du point de congélation à la température de l'été la partie de l'atmosphère reposant sur la France et la Grande-Bretagne. L'existence de ce courant est invinciblement prouvée par la rencontre fréquente de graines et de bois des Antilles ou du golfe du Mexique, sur les côtes occidentales de l'Irlande, de l'Ecosse et de la Norwége. Le colonel Sabine raconte qu'en 1823, quelques barils d'huile de palmier furent jetés sur la côte d'Hammerfest en Norwége, à la latitude de 71°, et qu'on put attribuer leur apparition au naufrage, qui avait eu lieu l'année précédente, d'un navire au cap Lopès en Afrique.

Il existe, à l'ouest de l'Atlantique, un courant inverse, appelé courant polaire, qui descend du Spitzberg et du bassin arctique, et passe entre les côtes d'Islande et du Groënland, chargé de montagnes de glace; il étend son influence froide en Amérique, jusqu'aux côtes des Etats-Unis, où il disparaît sous l'action du courant chaud.

La position des courbes passant par les points qui ont la même température en juillet, est entièrement différente de celle des courbes d'hiver; en Norwége, comme dans la Grande-Bretagne, elles sont presque à angle droit les unes des autres. Le sommet des courbes de juillet se trouve en Sibérie; la chaleur y est accablante en été, mais elle se modère à mesure qu'on s'approche des côtes de l'Océan. La partie de la Norwége située au delà du cercle-polaire arctique est exposée à l'action continue du soleil, durant une partie de l'été, sans que des nuits analogues à celles de nos climats l'interrompent. De là vient la rapidité de la végétation, et, en quelques points, une chaleur intense pendant un court espace de temps. Nous avons vu le thermomètre s'élever à 84° F. (28°,9 C.), à Alten, à la latitude de 70°.

Les deux côtés de la péninsule Scandinave ont un climat très-différent, la partie occidentale tendant au climat océanique et l'orientale au climat continental. Le contraste entre Bergen et Christiania est remarquable sous ce rapport. La latitude de ces deux villes est presque la même, elles sont situées, l'une et l'autre, au bord de la mer, et la température moyenne annuelle est de 3° C. plus élevée dans la première que dans la seconde, étant de 8° 1/4 à Bergen, et seulement de 5° 1/4 à Christiania. Leur température est presque la même en été, mais les trois mois d'hiver sont plus froids, en moyenne, de près de 7° 1/2, à Christiania qu'à Bergen. Outre l'effet de l'Océan et du *Gulf stream* à Bergen, cette ville est préservée des vents froids par de hautes montagnes, mais elle est, en revanche, fort exposée aux pluies et aux brouillards; c'est la ville de l'Europe où il pleut le plus, et sa position ressemble à celle de Coimbre, de Penzance et du Westmoreland, où il

pleut beaucoup aussi. On évalue à 73 pouces la quantité annuelle de pluie et de neige qui tombe à Bergen; c'est cinq fois plus qu'à Upsal et trois fois plus qu'à Christiania; elle y tombe surtout en hiver, tandis qu'à Christiania c'est en été qu'il pleut le plus.

Le climat de l'intérieur des *fiords* est, en général, meilleur que celui des côtes, parce qu'il est moins nébuleux et moins pluvieux en été; le blé y mûrit mieux, la température moyenne est plus élevée, et la végétation plus vigoureuse, au moins dans le Nord. Les vallées de Bardu et de Lyngen en Finmark, sont les plus septentrionales du monde où le blé puisse mûrir; le pin d'Ecosse croît à Alten jusqu'à 780 pieds anglais de hauteur au-dessus du niveau de la mer, et le bouleau jusqu'à 1500 pieds. A Hammerfest, dans une île exposée à la mer, et située à moins d'un degré au nord d'Alten, la nature semble, au contraire, presque engourdie; les brouillards sont continuels, les bouleaux ont, au bord de la mer, l'apparence de simples buissons, et l'on ne peut presque rien élever dans les jardins. C'est le climat de l'Islande, sans excès de chaleur et de froid, et avec un ciel toujours nébuleux.

§ 3. *Sur la position de la ligne des neiges perpétuelles en Norwége.*

La détermination de la hauteur de la ligne qui marque la limite inférieure des neiges perpétuelles, a excité depuis longtemps l'intérêt des physiciens. En étudiant ce sujet, ils ont constaté qu'il était assez compliqué, et qu'on ne pouvait le regarder comme étant la simple expression d'un seul des éléments du climat. Ainsi cette ligne est loin de correspondre invariablement à la température moyenne de la glace fondante, comme on le supposait une fois. Sous

l'équateur, elle coïncide avec une température moyenne d'environ 1°,7 C. au-dessus de glace ; dans les Alpes et les Pyrénées, avec celle de près de 4° au-dessous de glace, et, d'après M. de Buch, cette ligne correspond, en Norwége, à la latitude de 68°, à une température moyenne de — 6°,1 C. Cependant, quoiqu'il y ait à l'extrémité de la Sibérie et dans l'Amérique glaciale des points, tels que l'île Melville, dont la température moyenne est au-dessous du point 0 de l'échelle de Fahrenheit, soit de —17°,8 C., il est généralement reconnu maintenant que, nulle part, dans l'hémisphère boréal, la ligne des neiges perpétuelles n'atteint le niveau de la mer. L'explication de ce fait tient principalement à l'intensité de la chaleur de l'été durant les longs jours polaires, qui dégèle le sol à une très-petite profondeur, et produit à sa surface la faible végétation servant à l'entretien des animaux arctiques.

Une autre cause qui influe beaucoup sur le niveau de la ligne des neiges perpétuelles, est la quantité de neige qui tombe. L'intérieur des continents étant beaucoup plus sec que les côtes, la couche de neige à fondre est comparativement mince. C'est à cause de l'excessive sécheresse du climat du Thibet, que cette ligne est plus élevée d'au moins 3000 pieds du côté nord de l'Himalaya que vers les plaines brûlantes de l'Indostan. Tout cela confirme l'opinion de Léopold de Buch, que *c'est la température des mois d'été qui détermine le plan servant de limite aux neiges perpétuelles.* Il est aisé de comprendre, d'après ce principe, pourquoi la température moyenne correspondant à ce plan diminue vers le pôle, où l'été est beaucoup plus chaud, comparativement à la température moyenne annuelle; c'est ce qui explique aussi pourquoi la neige se maintient toute l'année en Islande à une hauteur de 3100 pieds

seulement au-dessus du niveau de la mer, tandis qu'en Norwége, sous le même parallèle, sa hauteur est de près de 4000 pieds.

Le même principe général s'applique à l'hémisphère austral. Sa température, en la considérant dans son ensemble, étant fort inférieure à celle de l'hémisphère boréal, quoique les extrêmes y soient moindres, il agit, en quelque façon, pour le reste du globe, comme le corps réfrigérant d'un grand appareil de distillation, et ses hautes latitudes sont le siége d'orages et de brouillards continuels, dont le climat du cap Horn présente un exemple familier aux navigateurs. On peut à peine dire qu'il y existe d'été, et la ligne des neiges perpétuelles y est basse en proportion. D'après sir James Ross, la première autorité actuelle sur ce sujet, cette ligne atteint le niveau de la mer dans les régions antarctiques, à des latitudes comprises entre 67° et 71°, c'est-à-dire aux mêmes latitudes où croissent des forêts en Norwége; et où le blé y mûrit dans quelques lieux abrités.

M. Forbes entre ensuite dans l'exposition détaillée des observations qui ont été faites, soit par lui, soit par d'autres savants, pour chercher à déterminer le niveau de la limite inférieure des neiges perpétuelles, en divers points de la Norwége. Nous nous bornerons à en présenter le résumé suivant.

A la latitude de 60 à 62 degrés, la ligne des neiges perpétuelles, à une petite distance de la côte, est située à environ 4300 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer, tandis que vers le centre du pays, elle s'élève à 5300 p. A la latitude de 67°, dans l'intérieur, la hauteur de cette ligne n'est plus que de 3500 pieds; et elle n'est guère plus

basse à 70°, sur des sommets isolés, quoique sur la côte elle descende jusqu'à 2900 pieds.

Cette petitesse d'effet de l'accroissement de latitude s'explique par la forme pyramidale du haut de la péninsule scandinave, ainsi que par sa moindre élévation; d'où résultent un climat plus maritime, et une tendance marquée des lignes isothermes d'été à être parallèles au contour même du pays. Ce qui fait que la ligne des neiges éternelles s'élève dans l'intérieur, c'est que le climat y est plus sec, et moins souvent obscurci par les nuages et le brouillard. Wahlenberg avait déjà remarqué combien la chaleur du soleil avait plus d'action que la pluie pour fondre la neige, et ce dernier effet doit être bien faible sur les montagnes de Norwége. M. Durocher a calculé qu'au couvent du Grand Saint-Bernard, situé peu au-dessous de la limite des neiges perpétuelles, les pluies ne fondent que la 90me partie de la neige annuelle.

Au delà des limites de la Norwége, l'abaissement de la ligne des neiges perpétuelles est probablement beaucoup plus rapide, et l'on a estimé à environ 600 pieds sa hauteur à l'île des Ours, sous le parallèle de 74° $^1/_2$.

Quoique la surface actuellement couverte en Norwége de neiges perpétuelles soit petite, M. Forbes remarque que les districts montagneux et les plateaux élevés approchent tellement de cette limite, qu'une cause qui la ferait légèrement baisser couvrirait immédiatement le pays d'un manteau glacé. Mais l'agencement de la contrée est tel, que la convexité même du contour rocheux a sa contre-partie dans l'abaissement de la ligne des neiges perpétuelles près de la côte, et dans la dépression générale vers le nord.

§ 4. *Essai d'énumération des principaux glaciers et champs de glace en Norwége.*

Nous ne pouvons évidemment suivre M. Forbes dans cette énumération et description détaillée ; elle est accompagnée d'une petite carte topographique, qui a été dressée par un ingénieur du pays et communiquée à M. Forbes par le professeur Munch, des glaciers voisins de l'Ymesfield, de ce point culminant de la Norwége, situé dans le Sognefield, à 61° 40′ de latitude, et dont la hauteur atteint 8450 pieds. Nous pourrions plus difficilement encore reproduire ici les jolies vues de divers glaciers de Norwége, dessinées par M. Forbes, et dont les lithographies coloriées, exécutées avec soin par M. Charles Haghe, sont un des principaux ornements de son ouvrage. Nous passerons donc au paragraphe suivant, que nous traduirons en grande partie, sans omettre le résumé succinct qui le termine des vues de l'auteur sur le sujet des glaciers.

§ 5. *Les glaciers de Norwége comparés à ceux de la Suisse.*

Les formes des montagnes norwégiennes, comparées à celles de la Suisse, ont été assez justement assimilées par Wittich, les premières à des créneaux de muraille à dentelures de forme carrée, les autres à un toit présentant une succession de pointes et de creux pyramidaux. Les dépressions, dans le premier cas, représentent les gorges profondes qui coupent les plateaux de rocher, dans le second, l'alternative ordinaire entre les montagnes et les vallées.

Lorsque de telles montagnes sont couvertes de neige, la différence d'effet est manifeste ; dans celles de la première espèce, la neige se répand sur de vastes plateaux avec assez d'uniformité, ou se fond dans de profondes in-



tersections; dans celles de la dernière, elle s'entasse et glisse dans des vallées très-élevées, et forme des glaciers par son accumulation. Aussi les glaciers de la Norwége ne sont-ils pas aussi étendus qu'on aurait pu s'y attendre; il n'y en a que deux ou trois qui soient grands, et ils sont encore d'un ordre inférieur à ceux d'Aletsch, de l'Aar et de la Mer de glace de Chamouny. Le plus grand, celui de Lodal, situé dans le Justedal, à la latitude d'environ $61^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$, et dont M. Durocher évalue la longueur à neuf kilomètres, et la plus grande largeur de 700 à 800 mètres, a peut-être un septième seulement de la surface du glacier d'Aletsch, en excluant de part et d'autre, dans cette évaluation, les glaciers tributaires; mais le champ de neige en connexion avec ce glacier couvre peut-être au moins 400 milles anglais, et surpasse probablement en étendue tous ceux des Alpes. Les champs de neige de Sulitelma, à 67° de latitude, ne sont pas inférieurs à celui-là, et ceux de Fondal, compris entre 66° et 67°, sont plus grands encore.

Il résulte de toutes les observations que j'ai pu faire en Norwége, dit M. Forbes, que les conditions et la structure des glaciers y sont presque identiques avec ce qu'elles sont en Suisse et en Savoie, à la seule exception près de la forme plane des champs de neige qui les environnent. Les influences du climat présentent aussi beaucoup de traits communs. L'élévation des vallées alpines produit, à bien des égards, un effet analogue à celui d'une latitude plus boréale en Norwége. L'intensité de chaleur des jours d'été est notable dans les deux cas, favorisée en Norwége par la présence presque constante du soleil, et en Suisse par l'influence de la hauteur. Le froid de l'hiver est accru aussi dans les deux régions. L'exposition de la Norwége à

l'action de l'océan Atlantique y augmente, sans doute, beaucoup la quantité de pluie : mais l'énorme masse des Alpes favorise aussi la formation des nuages, au point de faire une sorte de compensation à cette action de la mer. On sait, en effet, que, tandis qu'il ne tombe annuellement que 30 ou 35 pouces d'eau de pluie ou de neige dans les plaines de la Suisse ou du Piémont, il en tombe près de 60 au Grand-Saint-Bernard, et la quantité de pluie des Alpes du sud-est est égale à celle de Bergen. D'après le bel ouvrage de Schouw sur le climat d'Italie, il tombe 90 pouces de pluie par année à Tolmezzo, qui n'est qu'à 1000 pieds au-dessus de la mer. La principale différence entre la Norwége et les Alpes gît dans la brièveté et la moindre intensité comparative de la chaleur de l'été du nord.

Tout ce que j'ai vu en Norwége, ajoute M. Forbes, tend à confirmer la théorie de la cause du mouvement des glaciers que j'ai exposée il y a quelques années, aussi bien que les faits sur lesquels cette théorie a été fondée[1]. Les principaux de ces faits, résultant des observations, sont : que le mouvement de descente de la glace des montagnes, à travers les vallées, a lieu continuellement et régulièrement nuit et jour, sans sauts et sans arrêts, en hiver comme en été, mais à un plus faible degré dans la première de ces saisons. Ce mouvement varie en tout temps avec la température, étant moindre par un temps froid que par un chaud ; la pluie et la fonte des neiges tendent à

[1] Voyez les Voyages de M. Forbes dans les Alpes de la Savoie, dont la première édition a paru à Edimbourg en 1843, et dont une analyse a été publiée dans le cahier de mars 1844 de la *Bibl. Univ.*, tome L de la 2me série, p. 126.

l'accélérer. Le centre des glaciers a un mouvement plus rapide que celui des côtés, et la surface se meut plus vite que le fond, comme cela a lieu dans les rivières. Toutes choses égales d'ailleurs, le glacier se meut plus vite à de fortes inclinaisons; son mouvement n'est pas empêché ou interrompu par le resserrement du canal de rochers dans lequel il se meut, ou par les inégalités de son lit. La plupart des crevasses se reforment de nouveau chaque année, les anciennes disparaissant par l'affaissement de la glace, soit pendant, soit après la saison chaude. Ces faits, bien établis, donnent lieu à certaines particularités dans la forme et l'apparence des glaciers, qui sont aisément reconnues par une personne accoutumée à ces observations, et dont j'ai constaté l'existence sur l'un ou l'autre des glaciers de Norwége que j'ai visités.

La théorie du mouvement des glaciers que j'ai déduite des faits observés, consiste à regarder un glacier comme une masse plastique, poussée par la gravité, et ayant une ténacité suffisante pour se mouler sur les obstacles qu'elle rencontre. Cela permet à ses parties de glisser l'une après l'autre sans fracture, excepté lorsque les forces sont assez violentes pour produire la discontinuité, sous forme de crevasses, ou plus généralement l'écrasement de la masse sur laquelle s'exerce cette action. Le mouvement d'une telle masse ressemble donc à celui d'une rivière, en tenant compte, cependant, de la viscosité incomparablement plus grande de la matière. De là résultent les retards de mouvement qui ont lieu dans le fond et sur les côtés. Les abaissements de température retardent le mouvement, en diminuant la plasticité de la glace, ainsi que la pression hydrostatique de l'eau qui remplit en été chaque pore; la chaleur et l'humidité produisent un effet contraire. Telles

sont les opinions que j'ai émises en 1842, et que dix ans d'expérience et de réflexion n'ont fait que confirmer [1].

Il s'est présenté à moi une seule occasion d'estimer la quantité probable du mouvement annuel de la glace sur un glacier de Norwége, c'est dans le glacier de Krondal. Au moyen des intervalles compris entre les *bandes sales* (dirt bands), j'ai estimé le mouvement annuel à 168 pieds. C'est ce que j'aurais attendu en Suisse dans une situation semblable. La plasticité des glaciers de Norwége est plus grande en été que celle des glaciers des Alpes, et leur saison de mouvement rapide est probablement plus courte. Pendant les grands jours polaires, la longue suspension nocturne de la liquéfaction, qui produit un effet si marqué, vers le coucher du soleil, sur les glaciers suisses, n'a presque plus lieu; le dégel doit être presque continu, et la glace subit, sans interruption, pendant des semaines, son effet dissolvant. Cela produit aussi une très-grande fonte de neige en 24 heures, et tout cela doit fort atten-

[1] Nous saisissons avec empressement cette occasion de recommander aux lecteurs en langue allemande, qui s'intéressent à ce qui concerne les glaciers, le petit ouvrage publié à Zurich vers le commencement de cette année, par M. le prof. Albert Mousson, sous le titre de : *Die Gletscher der Jeztzeit* (*les Glaciers de l'époque actuelle*). Il renferme, en 216 pages de format petit in-8°, un résumé méthodique très-bien fait, subdivisé en douze chapitres, des faits relatifs aux apparences, à la structure et aux mouvements des glaciers de l'Europe et des autres parties de notre globe, ainsi que des principales théories successivement émises à ce sujet. L'auteur, dans le dixième chapitre de cet ouvrage, rend un juste hommage à la sagacité dont M. Forbes a fait preuve dans ses travaux sur les glaciers et dans sa théorie sur la cause de leur mouvement progressif, théorie où, conformément à l'opinion déjà émise par de Saussure, c'est la pesanteur qui joue le rôle principal comme force motrice.



drir la glace. Mais la brièveté de l'été du nord est bien connue, il se réduit à six semaines de beau temps. La saison de la plus grande plasticité est donc aussi courte qu'elle est intense, l'extension des glaciers peut être assimilée au développement de la végétation ; et un long hiver d'immobilité comparative occupe tout le reste de l'année.

§ 6. *Sur l'ancienne extension des glaciers en Norwége.*

Pendant que le courageux Venetz soutenait en Suisse la théorie hardie de la grande extension et de l'activité géologique des glaciers des Alpes dans les temps anciens[1], un naturaliste scandinave, le professeur Esmark de Christiania, tirait, en 1823, de semblables conclusions des faits qu'il avait observés dans son propre pays ; il énonçait l'opinion que le mouvement des glaciers pouvait seul expliquer le transport sur les cimes des hautes montagnes d'énormes blocs de pierre, dont quelques-uns présentent des angles à arêtes tranchantes, qu'on trouve en grand nombre dans la province de Christiansand.

Il y a une analogie frappante, ajoute M. Forbes, entre les observations d'Esmark et les faits correspondants observés dans les îles britanniques, particulièrement à l'île de Skye et au nord du pays de Galles, faits qu'on doit attribuer, sans hésiter, à d'anciens glaciers. Les intéressantes recherches de Vigne, Strachey et Thomson, relatives aux monts Himalaya, ont prouvé aussi l'existence,

[1] Voyez le Mémoire en français de M. Venetz, *Sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse*, rédigé en 1821, et publié seulement en 1833, dans la 2me partie du tome Ier des *Denkschriften, etc.*, ou Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles.



dans cette chaîne, de glaciers d'énormes dimensions, dont les mouvements paraissent assujettis aux mêmes lois que ceux de Suisse et de Savoie, et qui montrent les traces d'une plus grande extension à une époque précédente. L'existence des moraines terminales ne peut être clairement expliquée par aucune autre théorie que par celle des glaciers. Sans affirmer que toutes les roches striées de la Scandinavie, et, par exemple, celles situées sur des plateaux ou des cols, puissent être expliquées par cette théorie, telle qu'on la présente ordinairement, l'auteur n'en est pas moins disposé à croire que la Norwége a été une fois presque entièrement couverte de neige et de glace. Il est très-probable, dit-il, qu'une diminution de température, dans les mois d'été, qui ne serait que de 4° de l'échelle de Fahrenheit (ou d'environ 2° $^1/_4$ cent.), placerait un quart de la surface de la Norwége au-dessus de la ligne des neiges perpétuelles, et ferait ainsi descendre les glaciers dans chaque fiord de sa côte occidentale. C'est un résultat des progrès de la science, de faire bien ressortir la délicatesse des ajustements sur lesquels repose la stabilité de l'ordre de choses actuel. Il n'est pas nécessaire d'en appeler à de violents déplacements de l'axe terrestre, ou à l'atmosphère d'une queue de comète, pour modifier nos climats et désoler nos continents. Un léger degré d'enfoncement de l'Europe dans l'Océan, un changement de direction dans les courants océaniques, ou une altération dans l'humidité moyenne de l'air troublerait toutes les conditions de la vie sur nos continents, et les couvrirait d'un manteau de neiges abondantes, analogue à celui dont l'hémisphère austral est revêtu.

Nous ne mentionnerons ici qu'en passant l'objet du § 7 des chapitres de l'ouvrage de M. Forbes relatifs à la

géographie physique de la Norwége. L'auteur y énumère, en détail, les observations de ce genre qu'il serait à désirer qu'on y fit encore, soit sur les glaciers, soit sur la météorologie de ce pays-là, et sur quelques autres points; et il recommande ces observations aux savants scandinaves et aux voyageurs futurs.

Nous rapporterons, enfin, quelques fragments du dernier paragraphe, ayant pour titre :

§ 8. *Sur quelques particularités des paysages norwégiens, et sur les chutes d'eau dans ce pays-là.*

Les vues qu'offre la Norwége à l'amateur de la belle nature résultent des particularités physiques de cette contrée. Les *fields* présentent souvent des déserts interminables, diversifiés seulement par des hauteurs rocailleuses dépourvues de majesté. L'élévation des sommets de montagnes au-dessus des plateaux qui forment leur base est, en général, trop petite pour leur donner un effet imposant. Ce sont les *fiords*, et les vallées profondes qu'on peut envisager comme en étant la prolongation, qui constituent le trait distinctif de la Norwége sous le rapport pittoresque. Ces vallées ont quelquefois un aspect agréable, surtout près des lacs; elles ont de l'analogie avec celles de la côte occidentale de l'Ecosse, mais elles leur sont fort supérieures en grandeur. L'apparence fréquente de la neige, et la présence des glaciers, tout près de la mer, y produisent un contraste frappant avec la richesse de la végétation, et avec les tons chauds de couleur qu'on y observe ordinairement par le beau temps.

L'abondance des eaux courantes et des chutes d'eau est aussi l'un des traits caractéristiques des paysages norwégiens. L'eau s'y déverse dans les vallées, quelquefois en un

seul jet, mais le plus souvent en une série de chutes, qui s'étendent latéralement à mesure qu'elles descendent, et produisent plutôt un murmure qu'un grand bruit. Dans d'autres cas, de simples filets d'eau d'un blanc de neige, tombent verticalement d'une hauteur d'au moins 2000 pieds, en liant ainsi le *field*, ou plateau supérieur, avec la vallée qui est au-dessous. En s'approchant de ces filets d'eau apparents, on est étonné de leur volume, qui suffit ordinairement pour interrompre complétement la communication d'un de leurs bords à l'autre.

La disposition particulière de la surface du pays, jointe à l'abondance de la pluie et de la neige, permet de rendre facilement raison de cette multitude de chutes d'eau. La hauteur des plateaux de montagnes fait qu'ils sont plus ou moins couverts de neige pendant au moins les deux tiers de l'année. Durant cette période, les rivières et les cascades sont, comparativement parlant, presque à sec. Les grandes accumulations de neige de l'automne, de l'hiver et du printemps se fondent pendant la chaleur soutenue des longs jours d'été, qui est la saison où l'on visite la Norwége, et tous les résultats de cette fonte se concentrent sur un court espace de temps.

Nous terminons ici l'extrait que nous avions entrepris, en regrettant que l'espace nous manque pour entrer aussi dans quelques détails, soit sur les autres observations faites en Norwége par M. Forbes, soit sur la dernière partie du volume, qui est un *Appendice* aux voyages de l'auteur dans les Alpes.

Nous dirons seulement que cet Appendice, qui occupe 89 pages, comprend d'abord le récit d'excursions faites par M. Forbes, en 1839 et en 1841, dans les montagnes

du Dauphiné, et, en particulier, sur les cols adjacents au Mont-Pelvoux, dont la cime a environ 4100 mètres de hauteur, et qui est le point le plus élevé de la région comprise entre le Mont-Blanc et la Méditerranée. On y trouve aussi le compte rendu de l'ascension sur la cime de la Jungfrau, exécutée en août 1841 par MM. Forbes, Agassiz, Desor et Duchatelier, et dont la narration, faite par M. Desor, a déjà paru dans le cahier de novembre 1841 de la *Bibliothèque Universelle*. Enfin, M. Forbes a inséré dans cet Appendice le récit du passage qu'il a effectué, en juillet 1850, avec son fidèle guide Auguste Balmat, de l'un des cols les plus élevés des Alpes, compris entre le glacier du Tour, situé du côté de la vallée de Chamouny, et le glacier de Salène, aboutissant au Val Ferret. Ce passage scabreux est, cependant, un peu facilité par une sorte d'arcade naturelle qui existe entre les rochers situés vers son point culminant. La hauteur de ce point est d'environ 11,300 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer, et surpasse un peu celle du col du Géant.

Ces récits sont accompagnés de détails géologiques, de vues coloriées, de vignettes et d'esquisses topographiques analogues à celles de la partie du volume relative à la Norwége. Nous devons nous borner à cette rapide indication, en renvoyant à l'ouvrage lui-même pour les détails. Qu'il nous soit permis, en terminant, d'exprimer les vœux bien sincères que nous formons, pour que la santé de l'auteur, sérieusement altérée dans ces dernières années, mais heureusement déjà fort améliorée, se rétablisse assez bien pour lui permettre encore des voyages, dont il sait tirer un parti si avantageux pour les intérêts de la science.

A. G.

Sur la décomposition des sels de cuivre par la pile et la loi des équivalents électro-chimiques, par M. L. Soret[1].

On n'a pas fait jusqu'ici un nombre d'expériences assez considérable pour mettre à l'abri de toute contestation la loi de Faraday sur les équivalents électro-chimiques, que l'on peut énoncer ainsi : *Lorsqu'un même courant traverse successivement plusieurs électrolytes, les poids des éléments qu'il sépare dans tous ces électrolytes sont entre eux comme les équivalents chimiques de ces éléments.* Plusieurs physiciens pensent que cette loi est d'une exactitude seulement approximative. En particulier on a discuté dernièrement la question d'une conductibilité physique chez les liquides et l'opinion de MM. Foucault, Despretz, Faraday, etc., est favorable à l'existence de cette propriété des liquides de laisser passer une faible proportion d'électricité inefficace.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques recherches relatives à la décomposition des sels de cuivre, qui confirment la loi des équivalents électro-chimiques. Les résultats ne démontrent point, sans doute, que le courant traversant un électrolyte soit totalement employé à la décomposition, mais ils font voir, tout au moins, la petitesse des différences de conductibilité physique que présentent les liquides sur lesquels j'ai opéré. Je suis arrivé à des conclusions analogues à celles de M. Despretz[2] sur la dé-

[1] Mémoire présenté à l'Académie des Sciences dans sa séance du 11 septembre 1854.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 22 mai 1854.

composition de l'eau, et à celles de M. Buff[1] qui a plus particulièrement étudié l'action électrolytique sur l'azotate d'argent.

Préparation des sels de cuivre. — Lorsqu'on soumet à l'action d'un courant électrique une dissolution contenant un sel de cuivre mélangé avec des composés solubles de tous les métaux des trois premières sections, le cuivre seul se dépose sur l'électrode négatif tant que la liqueur contient une quantité un peu considérable de ce dernier métal. Trompé par ce fait, j'avais cru d'abord que la présence d'une certaine proportion de sulfate de fer contenue en général dans le sulfate de cuivre, même lorsqu'il a été purifié par cristallisation, n'influerait pas sur le poids du cuivre séparé par l'électrolyse. Un grand nombre d'expériences que j'avais faites en débutant ne m'ont pas donné des résultats nets et concordants en raison de cette impureté qui a une influence marquée, comme on le verra plus loin. J'ai reconnu la nécessité d'employer des sels parfaitement purs, et j'ai adopté un mode de préparation un peu long, peut-être, mais qui m'a donné des résultats satisfaisants.

Du sulfate de cuivre purifié déjà par une première cristallisation est dissous dans l'eau distillée et placé dans une capsule de platine. Il est soumis à l'action d'une pile voltaïque de manière à ce qu'il se forme un dépôt de cuivre sur la capsule. Le courant est interrompu avant que la liqueur soit décolorée ; on remplace la dissolution appauvrie par du nouveau sulfate de cuivre, et l'on prolonge l'opération jusqu'à ce qu'on ait obtenu une quantité de

[1] *Ann. der Chemie und Pharm.*, vol. 85, 1er cahier.—*Archives des Sciences phys. et natur. de Genève*, tome XXII, p. 344, avril 1853.

cuivre suffisante. Le dépôt est lavé à l'eau distillée et redissout dans l'acide azotique pur. L'azotate de cuivre ainsi formé est évaporé et décomposé par la chaleur. L'oxyde de cuivre est repris par l'acide sulfurique ou par un autre acide. Enfin de nouvelles cristallisations débarrassent le sel de l'excès d'acide.

Il est facile de voir que l'on élimine ainsi de la dissolution la plupart des métaux étrangers. La décomposition électro-chimique, en effet, sépare le cuivre des métaux des trois premières sections; l'action de l'acide azotique enlèverait, s'il y avait lieu, l'étain, le titane, etc.; le plomb ne peut se trouver dans la dissolution à cause de l'insolubilité de son sulfate. Il ne pourrait tout au plus se trouver dans la liqueur, en outre du cuivre, que de l'argent, du mercure ou du bismuth dont il serait facile de constater la présence.

Manière d'opérer. — L'appareil dont je me suis servi est d'une grande simplicité: un support en bois soutient deux tubes en verre fermés à une extrémité dont les dimensions approximatives sont $1^{cent},5$ de diamètre et 18^{cent} de longueur. C'est dans ces tubes que sont contenues les dissolutions que l'on veut décomposer. Les électrodes se composent de fils de platine de 1^{mm} à $1^{mm},5$ de diamètre: ils sont suspendus à de petits crochets qui terminent les fils de cuivre par lesquels on établit les communications. Ces fils de cuivre sont isolés et soutenus par de petits tubes en verre fixés au support. Le courant était produit par des éléments de Bunsen, dont le nombre a varié de 2 à 5: on laissait en général la pile pendant longtemps sans la démonter et sans en renouveler les liquides, en sorte que le courant n'était pas d'une grande énergie.

Après avoir placé dans les tubes les deux dissolutions qu'il s'agit de comparer, on établit le courant, et le cuivre se dépose sur les fils de platine qui servent de pôles négatifs. Quand on estime que l'action a été suffisamment prolongée, on enlève les électrodes recouverts de cuivre, on les plonge quelques instants dans l'eau distillée pour les laver; puis on les sèche rapidement avec du papier Joseph et on les pèse. On dissout ensuite le dépôt de cuivre dans l'acide azotique, et on pèse de nouveau les fils de platine. La différence des deux pesées donne pour chaque électrode le poids du cuivre qui s'y est déposé.

Pour arriver à de bons résultats, il est essentiel que le dépôt de cuivre soit uni et parfaitement compact. Sans cette condition, quelquefois difficile à réaliser, on risquerait de détacher quelque parcelle en essuyant le dépôt avec du papier Joseph, la dessication ne pourrait être ni rapide ni parfaite, et le cuivre s'oxyderait sous l'influence de l'air et de l'humidité. Cette oxydation se produit inévitablement si la dessication s'effectue spontanément au contact de l'air par évaporation. Au contraire, lorsqu'il a été essuyé rapidement avec du papier à filtrer, le cuivre conserve son apparence matte et rosée pendant tout le temps nécessaire à la pesée, et même beaucoup plus longtemps. Ainsi dans trois expériences où j'ai laissé dans la cage de la balance, pendant 12 ou 14 heures, un fil de platine recouvert de cuivre, je n'ai pas trouvé d'augmentation de poids comme l'indiquent les chiffres suivants, qui expriment les tares qu'il fallait ajouter au fil pour établir l'équilibre :

	Première pesée.	Deuxième pesée, faite 12 h ou 14 h. plus tard.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,6247	0,6251	—0,0004
2	0,6563	0,6564	—0,0001
3	0,4445	0,4446	—0,0001

M. Buff, dans les expériences où il a comparé les quantités d'argent et de cuivre séparées de leurs dissolutions par le courant voltaïque, desséchait, sous le récipient de la machine pneumatique, l'électrode où le cuivre s'était déposé : il réduisait dans une flamme d'hydrogène l'oxyde qui s'était formé pendant cette dessication ; mais, comme il l'a remarqué, le cuivre réduit s'oxydait de nouveau avec rapidité : on sait en effet, que les métaux à l'état de grande division où ils se trouvent lorsqu'ils ont été réduits de leurs oxydes absorbent plus facilement l'oxygène que lorsqu'ils sont compacts.

J'ai choisi, en général, comme terme de comparaison une dissolution de sulfate de cuivre saturée à la température ordinaire.

On voit que, dans la méthode adoptée, la dissolution, neutre en général lorsqu'on commence l'opération, ne tarde pas à devenir acide; on pourrait craindre qu'il n'en résultât une redissolution partielle du cuivre déposé, sous la double action de l'acide et de l'oxygène qui se dégage dans la liqueur. C'est en effet ce qui arrive lorsqu'on emploie des azotates si l'on prolonge un peu longtemps la décomposition. Mais cela n'a pas lieu avec le sulfate ; la constance des résultats que j'ai obtenus suffirait pour le montrer; cependant comme il était important de bien étudier le sel choisi comme terme de comparaison, je m'en suis assuré directement. Dans ce but, j'ai placé dans un des tubes une

dissolution de sulfate de cuivre privée de tout excès d'acide par plusieurs cristallisations successives : j'y ai plongé un fil de platine comme électrode négatif, et un fil de platine préalablement recouvert de cuivre comme électrode positif. Dans l'autre tube, j'ai placé une dissolution de sulfate de cuivre assez fortement acidifiée pour produire une vive effervescence quand on en versait quelques gouttes sur du marbre : j'y ai placé deux fils de platine comme pôles, et j'ai fait passer un courant voltaïque dans les deux tubes. Les deux premières expériences dont les résultats sont indiqués ci-dessous ont été conduites de cette manière. La troisième n'a différé des deux précédentes qu'en ce que j'ai employé un électrode positif en cuivre dans la dissolution acide et que, par conséquent, il ne s'y dégageait pas d'oxygène.

	Poids de cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		Différences.
	neutre.	acide.	
	gr.	gr.	gr.
1	0,1663	0,1664	+0,0001
2	0,1353	0,1355	+0,0002
3	0,3360	0,3362	+0,0002

M. Buff n'était pas arrivé à ce dernier résultat : « Dans une expérience, dit-il[1], où le liquide contenait de l'acide libre, on a obtenu moins de cuivre que n'en exige la théorie. Cette circonstance était due évidemment à l'action simultanée exercée sur la lame de cuivre par l'oxygène de l'atmosphère et par l'acide libre ; en effet, lorsque dans l'expérience suivante on a fait passer de l'hydrogène au travers de l'auge de décomposition, on a vu augmenter la

[1] Mémoire cité. — *Archives des Sciences phys. et natur. de Genève*, tome XXII, p. 360.

proportion de cuivre. » Je ne sais si l'on doit attribuer cette divergence à ce que l'habile physicien allemand employait comme électrode une lame et non pas un fil, et que le cuivre, par conséquent, présentait une plus grande surface à l'oxydation.

Dans quelques cas cependant, j'ai employé des électrodes positifs en cuivre afin de maintenir la même quantité de ce métal en dissolution. Mais je n'ai pas trouvé ce mode d'expérimentation à l'abri de tout inconvénient. Si l'on emploie dans ce but un fil de cuivre ordinaire, il en tombe des lamelles d'oxyde et l'on peut craindre que son impureté n'introduise quelque autre métal dans l'électrolyte. Si l'on se sert de fils de platine recouverts de cuivre électrochimiquement, il s'en détache des parcelles métalliques tellement ténues qu'elles restent quelque temps en suspension dans la liqueur, et quelques-unes d'entre elles pourraient parfois venir s'attacher à l'électrode négatif. Enfin, avec des dissolutions étendues, c'est-à-dire avec celles où l'emploi du cuivre comme pôle positif aurait le plus d'utilité, j'ai remarqué quelquefois que la liqueur se décolorait dans les couches supérieures, sans doute parce que le sel de cuivre qui se reforme à la surface de l'électrode présente une plus grande densité, et gagne le fond du tube. Il en résulte qu'à la partie supérieure de l'électrode négatif le dépôt devient rugueux et friable, parce que la liqueur n'y est plus assez concentrée. Lorsqu'on emploie un fil de platine pour pôle positif, les bulles d'oxygène qui se dégagent mélangent les différentes couches et maintiennent l'homogénéité de l'électrolyte. Ces inconvénients de l'emploi d'un électrode en cuivre pourraient être évités indubitablement par une disposition convenable de l'appareil ; mais c'eût été une complication inutile.

Je vais maintenant rapporter les résultats auxquels je suis parvenu. On verra qu'à l'exception d'un seul cas douteux, la loi de Faraday s'est trouvée confirmée dans les limites d'erreur d'observation, toutes les fois que l'expérience ne présentait pas une cause d'erreur facile à mettre en évidence par une expérience directe.

SULFATE DE CUIVRE.

A. *Dissolutions dans des circonstances identiques.*—Pour m'assurer de la précision de la méthode, j'ai fait quelques expériences en plaçant dans les tubes des dissolutions identiques de sulfate de cuivre saturées à la température ordinaire. Dans les deux premières expériences j'ai employé du sulfate de cuivre du commerce, qui avait subi une nouvelle cristallisation; son impureté ne doit pas avoir d'influence sensible dans ce cas. Dans les deux dernières expériences le sulfate était pur.

	Poids du cuivre déposé dans le		
	tube n° 1.	tube n° 2.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,0777	0,0778	0,0001
2	0,1293	0,1289	0,0004
3	0,1866	0,1865	0,0001
4	0,3183	0,3187	0,0004

B. *Dissolutions inégalement concentrées.* — J'ai comparé en second lieu des dissolutions de sulfate de cuivre à des états de concentration différents. L'une des dissolutions était saturée à la température ambiante; l'autre était étendue de son volume d'eau distillée excepté dans la première expérience où elle était étendue seulement de la moitié de son volume.

	Poids de cuivre déposé dans la dissolution saturée.	Poids de cuivre déposé dans la dissolution étendue.	Différences.
	gr	gr.	gr.
1	0,3391	0,3397	+0,0006
2	8,1786	0,1782	—0,0004
3	0,3319	0,3315	—0,0004
4	8,2577	0,2580	+0,0003

On voit que les différences sont très-petites et tantôt positives, tantôt négatives.

C. *Dissolutions à des températures différentes.* — Je n'ai point réussi dans la comparaison de dissolutions de sulfate de cuivre, l'une à la température ordinaire, et l'autre à 100° environ. En prenant une dissolution saturée à la température ordinaire et en la chauffant simplement au bain-marie, j'ai toujours obtenu des dépôts rugueux et friables. Pour arriver à avoir un dépôt compact, il faut employer une dissolution saturée à 100°. En opérant ainsi j'ai trouvé que la quantité de cuivre séparée est considérablement plus faible à chaud qu'à froid. J'ai pensé d'abord que cette différence provenait de l'acide mis en liberté; pour éviter cette action j'ai placé le sulfate de cuivre dans un tube en U, avec un électrode négatif en cuivre; j'ai même essayé, dans une autre expérience, de verser un peu de potasse caustique dans le sulfate de cuivre de manière à précipiter un peu d'oxyde de cuivre, pour être plus sûr de la neutralisation. Malgré ces précautions, la différence a persisté. J'ai reconnu que le sulfate de cuivre exerce toujours à chaud une action dissolvante sur le cuivre métallique. C'est ainsi qu'un fil de platine recouvert de cuivre et plongé pendant une demi-heure dans du sulfate de

cuivre en ébullition, a diminué de poids de $0^{gr},0149$; dans une autre expérience où le sulfate était chauffé au bain-marie la perte de poids a été de $0^{gr},0076$ au bout d'une heure. Les différences que j'ai observées dans le poids des dépôts à chaud et à froid sont expliquées d'une manière parfaitement suffisante par cette action qui n'est mentionnée à ma connaissance dans aucun traité de chimie. En faisant bouillir pendant une heure ou deux du sulfate de cuivre avec de la tournure de cuivre dont la surface n'était pas oxydée, et en filtrant la liqueur pendant qu'elle était chaude, j'ai obtenu par le refroidissement et au bout d'un certain temps, un faible dépôt d'une poussière ayant tout à fait l'apparence de cuivre métallique. Dans un second essai j'ai obtenu une quantité moins grande de ce dépôt. Cette expérience semble indiquer qu'il se forme un sulfate d'oxydule par l'action à chaud du sulfate de cuivre sur le cuivre métallique. Cependant, dans une troisième expérience, le dépôt très-faible qui s'était formé était noirâtre, et paraissait composé d'oxyde de cuivre, ce qui indiquerait plutôt la formation de l'un des sous-sulfates de cuivre.

AZOTATE DE CUIVRE.

A. *Comparaison de l'azotate de cuivre avec le sulfate de cuivre.* — Pour comparer l'azotate de cuivre avec le sulfate de même métal, j'ai préparé chacun de ces deux sels avec une portion de l'oxyde de cuivre qui provenait d'une même préparation telle que je l'ai indiquée. Il est important de priver autant que possible l'azotate de cuivre de tout excès d'acide à cause de son action sur le cuivre déposé : cette neutralisation n'est pas facile à obtenir à cause de la grande solubilité du sel. Il faut aussi que la décom-

position ne soit pas trop prolongée afin de ne pas mettre en liberté une forte quantité d'acide.

Les chiffres suivants indiquent les résultats des expériences.

	Poids du cuivre déposé dans		
	le sulfate de cuivre.	l'azotate de cuivre.	Différences.
	gr	gr.	gr.
1	0,2838	0,2837	—0,0001
2	0,4900	0,4898	—0,0002
3	0,1265	0,1259	—0,0006

La petite différence correspondant à la troisième expérience peut très-bien provenir d'une imparfaite neutralisation de l'azotate. Au reste, toutes les fois que l'on opère sur une liqueur contenant des azotates, la décomposition par le courant met de l'acide en liberté et il faut s'attendre à des résultats moins exacts [1].

B. *Dissolutions inégalement concentrées.* — On trouve de petites différences quand on compare des dissolutions d'azotate de cuivre inégalement concentrées ; le dépôt est un peu moins considérable dans la dissolution étendue : en effet, le cuivre qui s'y dépose est en général cristallin ou rugueux ; il présente une surface plus grande et plus facilement attaquable par l'acide mis en liberté que le dépôt compact provenant de la dissolution concentrée.

Dans la première des expériences suivantes la dissolution était étendue de deux fois son volume d'eau dans les dernières de son volume seulement.

[1] On peut au reste s'assurer que le cuivre est attaqué directement par les dissolutions qui ont subi l'action du courant ; un fil de cuivre perd en effet de son poids lorsqu'on l'y laisse plongé quelque temps.



	Poids du cuivre déposé dans la dissolution		Différences.
	concentrée.	étendue.	
	gr.	gr.	gr.
1	0,3050	0,2984	—0,0066
2	0,1443	0,1430	—0,0013
3	0,2276	0,2242	—0,0034
4	0,5066	0,4939	—0,0127

PHOSPHATE DE CUIVRE.

On sait que les phosphates de cuivre sont solubles dans un excès d'acide. J'ai préparé une dissolution de phosphate de cuivre de la manière suivante : du sulfate de cuivre pur a été versé dans du phosphate de soude ordinaire

$$[(2\,NaO + HO)\,PhO^5]$$

Le précipité a été lavé à l'eau distillée puis redissout dans de l'acide phosphorique étendu.

J'ai éprouvé quelque difficulté à obtenir des dépôts compacts, cependant j'y suis parvenu après quelques essais. Les résultats des expériences s'accordent avec la loi de Faraday dans les limites d'erreurs d'observation :

	Poids du cuivre déposé dans le		Différences.
	sulfate de cuivre.	phosphate de cuivre.	
	gr.	gr	gr
1 *	0,1805	0,1809	+0,0004
2	0,1207	0,1210	+0,0003
3	0,1389	0,1388	—0,0001

ACÉTATE DE CUIVRE.

L'acétate de cuivre a été préparé en traitant l'oxyde de cuivre par l'acide acétique. Je n'ai pas réussi à obtenir

* Dans la 1re expérience, le courant a duré 7 heures.
» 2me » » » 9 » 1/2.
» 3me » » » 4 »

des dépôts compacts dès les premiers essais. Aussi dans les trois expériences suivantes les poids du cuivre séparés dans l'acétate et dans le sulfate ne sont pas rigoureusement égaux.

	Poids du cuivre déposé dans		
	le sulfate de cuivre.	l'acétate de cuivre.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,0662	0,0668	+0,0006
2	0,1594	0,1579	—0,0015
3	0,1042	0,1058	+0,0016

Mais quand je suis parvenu à obtenir des dépôts compacts, par l'emploi d'une liqueur plus concentrée, la loi s'est trouvé justifiée :

	Poids du cuivre déposé dans		
	le sulfate de cuivre.	l'azotate de cuivre.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1 *	0,0842	0,0841	—0,0001
2	0,0807	0,0809	+0,0002

SELS DE CUIVRE MÉLANGÉS AVEC DES SELS D'AUTRES MÉTAUX.

Nous avons déjà dit que lorsqu'on prend comme électrolyte une dissolution contenant une forte proportion d'un sel de cuivre mélangé avec un sel de l'un des métaux des trois premières sections, et probablement de plusieurs autres, le cuivre seul se dépose sur l'électrode négatif. Il était intéressant de voir si un même courant séparerait des quantités égales de cuivre dans du sulfate de cuivre pur, par exemple, et dans une dissolution du même sel mélangé avec une substance étrangère dont la présence pourrait modifier notablement la conductibilité physique de la liqueur.

* Dans la 1re expérience, le courant a duré 3 heures 3/4.
» 2me » « » 5 « 3/4.



A. — *Mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de potasse.* — On a mélangé un volume de sulfate de cuivre et un volume de sulfate de potasse, tous les deux en dissolution saturée à la température ambiante. La différence des quantités de métal déposé n'a pas été sensible :

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		Différences.
	pur.	mélangé de sulfate de potasse.	
	gr.	gr	gr.
1	0,2040	0,2039	—0,0001
2	0,1195	0,1199	+0,0004

B. — *Mélange de sulfate de cuivre et de bichromate de potasse.* — Ce mélange, soumis à l'action du courant voltaïque, n'a pas donné lieu à un dépôt de cuivre, mais à un dégagement de gaz sur l'électrode négatif.

C. — *Mélange de sulfate de cuivre et de borate de soude.* — Lorsqu'on verse du borate de soude dans du sulfate de cuivre, il se forme un précipité qui se redissout facilement par l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique. J'ai opéré sur la liqueur ainsi formée, en prenant toujours le sulfate de cuivre comme terme de comparaison. C'est le seul cas douteux que j'aie rencontré dans les recherches qui font l'objet de ce mémoire ; dans la plupart des expériences, j'ai trouvé un dépôt un peu plus fort dans la dissolution mélangée que dans le sulfate pur, sans pouvoir m'expliquer clairement la divergence par quelque action secondaire. Cette différence, il est vrai, ne s'est pas toujours présentée ; on pourra l'expliquer peut-être par un dépôt d'oxyde de cuivre mélangé au cuivre métallique, et il faut remarquer, en outre, que le dépôt n'étant pas parfaitement compact, a pu subir quelquefois une oxydation pendant la dessiccation.

Quoi qu'il en soit, voici les chiffres que j'ai trouvés; on verra que les différences sont faibles, mais cependant elles dépassent quelquefois les erreurs possibles des pesées :

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		Différences absolues.	Différences rapportées à 1 gramme de cuivre.	OBSERVATIONS.
	pur.	mélangé de borate de cuivre.			
1	gr. 0,1581	gr 0,1588	gr. +0,0007	gr. +0,0045	Le dépôt était un peu oxydé.
2	0,1980	0,1986	0,0006	0,0030	
3	0,0892	0,0895	0,0003	0,0033	
4	0,3172	0,3189	0,0017	0,0053	
5	0,2180	0,2182	0,0002	0,0009	
6	0,2013	0,2028	0,0015	0,0074	
7	0,2484	0,2484		0	
8	0,2626	0,2643	0,0017	0,0061	3 p. de borate. 1 p. de sulfate. Electrode positif en cuivre.
9	0,2273	0,2280	0,0007	0,0031	2 p. de borate, 1 p. de sulfate. Id.
10	0,2180	0,2179(?)	—0,0001		1 p. de borate, 1 p. de sulfate. Id. Une très-petite parcelle de cuivre s'est détachée pendant la dessiccation.
11	0,2554	0,2561	+0,0007	0,0027	1 p. de borate, 1 p. de sulfate. Electrode positif en cuivre.

Le manque de constance des différences me fait croire à une influence perturbatrice; mais, jusqu'ici, je n'ai pu la mettre clairement en évidence. J'espère y parvenir en effectuant la décomposition dans une capsule de platine sur laquelle le dépôt viendra se former. Le cuivre redissout sera dosé au moyen d'une liqueur titrée de sulfure de sodium. Ce procédé permettra, je pense, d'opérer sur de plus fortes quantités, et il est clair que la présence d'oxyde de cuivre ne troublerait pas les résultats.

D. — *Mélange d'azotate de cuivre et d'azotate de baryte.* — Je cite ce mélange, quoique l'expérience n'ait pas été faite avec tout le soin nécessaire. On a pris comme terme de comparaison, dans ce cas, l'azotate de cuivre concentré. Les liqueurs placées dans les deux tubes n'étaient pas parfaitement neutralisées, et cette raison explique suffisamment la petite différence que l'on a observée.

Lorsqu'on effectue le mélange des deux sels, une partie de l'azotate de baryte se précipite; il faut laisser reposer la liqueur avant de commencer l'expérience.

	Poids du cuivre déposé dans l'azotate de cuivre		Différence.
	pur.	mélangé d'azotate de baryte.	
1	0^{gr},1683	0^{gr},1691	+0^{gr},0008

E. — *Mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de protoxyde de fer.* — La décomposition d'un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de fer est soumise à une influence perturbatrice marquée; le cuivre se dissout, en effet, dans le sulfate de fer au maximum, et il se forme toujours une certaine quantité de ce dernier sel, quand on laisse du sulfate de protoxyde de fer au contact de l'air. C'est ainsi qu'un fil de platine recouvert de cuivre perd une

fraction notable de son poids, quand on le laisse plongé dans du sulfate de fer, comme le montrent les chiffres suivants, qui expriment les tares nécessaires pour établir l'équilibre de la balance :

Première pesée.	Deuxième pesée faite 5 $^1/_2$ h. plus tard.	Différence.
gr. 0,8374	gr. 0,8456	gr. —0,0082

Cette dissolution du cuivre doit être facilitée par le dégagement d'oxygène et la production d'acide libre qui accompagnent l'électrolyse. Aussi, les expériences suivantes qui ont été faites en prenant parties égales environ des deux sels, ont amené à des résultats entièrement discordants :

	Poids de cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		Différences.
	pur.	mélangé de sulfate de fer.	
1	gr. 0,0415	gr. 0,0398	gr. —0,0017
2	0,2712	0,1917	—0,0795
3	0,2600	0,1983	—0,0617
4	0,2563	0,1781	—0,0782

Le cuivre séparé dans le mélange des deux sulfates ne contenait point de fer, car lorsqu'on le reprenait par un acide, l'ammoniaque donnait dans la dissolution un précipité qui se redissolvait entièrement dans un excès de réactif.

Cette action dissolvante explique pourquoi le sulfate de cuivre du commerce, qui contient toujours du fer, ne peut donner aucun résultat précis. Le dépôt qui s'y forme est sensiblement plus faible que dans le sulfate pur, comme le montre l'expérience suivante :

Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		Différence.
pur.	du commerce.	
gr. 0,1386	gr. 0,1370	gr. —0,0016

F. — *Mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de manganèse.* — Ce mélange présente une cause d'erreur du même genre que le précédent, mais bien moins efficace. Un fil de platine recouvert de cuivre et plongé pendant une nuit dans le sulfate de manganèse qui servait aux expériences, a un peu perdu de son poids[1]. On voit qu'il a fallu un peu changer la tare pour rétablir l'équilibre :

	Première pesée.	Deuxième pesée.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,6173	0,6185	—0,0012
2	3,4390	3,4416	—0,0026

Cette influence explique, par conséquent, les différences assez petites que l'on remarque dans les expériences suivantes :

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		
	pur	mélangé de sulfate de manganèse.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,0683	0,0659	—0,0024
2	0,2467	0,2455	—0,0012
3[2]	0,0815	0,0796	—0,0019

[1] Il me paraît probable que cet effet est dû à la présence d'une petite quantité de sulfate de sesquioxyde de manganèse dont la formation serait facilitée par l'oxygène à l'état naissant qui se dégage pendant l'électrolyse.

[2] Cette 3me expérience a duré 6 1/2 heures, tandis que la 2me n'avait duré que 2 1/2 heures.

Le dépôt était composé de cuivre pur, car le métal redissous donnait par l'ammoniaque un précipité complétement soluble dans un excès de ce réactif.

G. — *Mélange de sulfate de cuivre et d'azotate de cobalt.* — La décomposition de ce mélange donne des dépôts égaux en poids à ceux qui proviennent du sulfate de cuivre pur, pourvu que l'on ne prolonge pas longtemps l'expérience :

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		
	pur.	mélangé d'azotate de cobalt.	Différences.
	gr.	gr.	gr.
1	0,0886	0,0883	—0,0003
2	0,0834	0,0835	+0,0001

H. — *Mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc.* — La présence du sulfate de zinc ne modifie pas sensiblement le poids du dépôt qui se forme dans le sulfate de cuivre, comme l'indiquent les deux expériences suivantes :

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		
	pur.	mélangé de sulfate de zinc.	Différences.
	gr.	gr.	gr
1	0,1453	0,1456	+0,0003
2	0,1009	0,1011	+0,0002

Il était important de s'assurer que le dépôt séparé dans la liqueur mélangée ne contenait pas de zinc ; en effet, la pesée ne suffisait pas pour l'indiquer, parce que les équivalents du cuivre et du zinc ont des valeurs très-rapprochées.

Dans ce but, on a placé dans une capsule en platine un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc ; on a fait passer un courant électrique de telle sorte, que le dé-

pôt métallique vînt s'attacher à la capsule; un fil de cuivre servait d'électrode positif, afin que la dissolution contînt toujours la même quantité de cuivre. Le métal séparé a été redissous dans l'acide azotique. Le cuivre a été précipité par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée n'a pas donné de précipité par le prussiate de potasse; elle a donné avec la potasse et l'ammoniaque quelques traces d'un précipité blanchâtre, insoluble dans un excès des réactifs, provenant sans doute de quelque impureté des substances qui avaient servi à l'analyse. Il n'y avait donc pas de zinc dans le dépôt.

I. — *Mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de cadmium.* — L'addition du sulfate de cadmium au sulfate de cuivre n'exerce pas non plus d'influence sur la quantité du cuivre qui se sépare.

	Poids du cuivre déposé dans le sulfate de cuivre		
	pur.	mélangé de sulfate de cadmium.	Différence.
	gr.	gr.	gr.
1	0,1280	0,1282	+0,0002

Il est clair que dans ce mélange le cuivre seul se dépose, car, comme l'équivalent du cuivre est beaucoup plus faible que celui du cadmium, la présence de ce dernier métal serait indiquée par la pesée.

K. — *Mélange d'azotate de cuivre et d'azotate de plomb.* — Lorsqu'on soumet ce mélange à l'action électrolytique, il se forme à l'électrode positif des couches de peroxyde de plomb qui se détachent par lamelles et qui interrompent quelquefois le passage du courant. Le dépôt métallique qui recouvre l'électrode négatif m'a paru composé, tantôt de cuivre pur, tantôt de cuivre mélangé avec du plomb. Probablement le cuivre se dépose seul quand la proportion de plomb n'est pas trop forte.

L. — *Mélange d'azotate de cuivre avec les azotates d'argent et de bismuth.* — Quand l'électrolyte contient de l'argent, du bismuth et aussi, sans doute, d'autres métaux moins oxydables que le cuivre, ce sont ces métaux qui se séparent de la dissolution.

CONCLUSIONS.

1° A moins d'influences perturbatrices évidentes, la loi des équivalents électro-chimiques se trouve justifiée dans les limites d'erreurs d'observation, lorsque l'on compare les poids du cuivre qui se séparent des dissolutions salines de ce métal, et qui se déposent sur des fils de platine servant d'électrodes.

Le seul cas douteux qui ait été rencontré dans ces recherches est celui d'un mélange de sulfate de cuivre et de borate de soude, qui a donné quelquefois un dépôt un peu plus fort que le sulfate de cuivre pur; mais il est probable que cette exception n'est qu'apparente.

2° Les différences entre les quantités d'électricité inefficace qui peuvent traverser les divers liquides qui ont été étudiés, sont insensibles, et ces expériences semblent par là peu favorables à l'existence même de la conductibilité physique. Cependant, je pense qu'il ne faut pas trop se hâter de conclure dans ce dernier sens. En effet, si la quantité d'électricité qui traverse le liquide sans produire une décomposition était une fraction très-petite, $\frac{1}{500}$, par exemple, de la quantité totale d'électricité, les différences qui en résulteraient seraient évidemment plus petites que les erreurs d'observation.

Il se peut aussi que les liquides présentent des conductibilités physiques proportionnelles à leur conductibilité totale, mais cette hypothèse paraît très-peu probable.



BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

13. — Description d'un nouvel hygromètre ou instrument destiné a indiquer le point de rosée, par A. Connell, professeur de chimie à l'Université de Saint-Andrews. (*Philos. Magaz.*, août 1854.)

C'est au moyen de l'évaporation de l'éther que cet hygromètre, ainsi que celui de Daniell, produit un effet réfrigérant sur la surface qui doit se couvrir de rosée. Il en diffère seulement en ce que, tandis que dans l'hygromètre de Daniell le vide existe tout fait à l'avance, on le produit à chaque observation dans celui de Connell au moyen d'une petite pompe à air qui fait partie de l'appareil. Voici, au reste, un extrait de la description qu'en donne l'auteur.

L'appareil est composé d'un petit cylindre ou tube en laiton poli, de 9 lignes de long sur 3 $^1/_2$ lignes de large, renflé dans sa partie inférieure en une boule du diamètre de 14 lignes, et capable de contenir environ une demi-once d'éther. Un thermomètre à mercure, dont la tige entre à frottement juste dans le cylindre de laiton, est disposé de manière que sa bouche se trouve placée immédiatement au-dessus de la surface de l'éther, ou de manière à plonger en partie dans ce liquide. Cette boule, de forme cylindrique, a une longueur de 8 lignes et un diamètre de 1 $^1/_2$ ligne. Une petite pompe à air, de 5 pouces de long sur 10 lignes environ de large, est ajustée au cylindre de laiton de manière à pouvoir y faire le vide. Un collier ou anneau en ivoire qui enveloppe l'extrémité du corps de pompe, est destiné à empêcher la chaleur due au frottement du piston de pouvoir se communiquer au petit cylindre de laiton.

L'appareil étant fixé en dehors d'une fenêtre ouverte, ou sur une table si on veut connaître la température du point de rosée dans une chambre, on commence par introduire dans le fond du

cylindre une demi-once d'éther, puis on ajuste le thermomètre de manière que la boule de cet instrument se trouve en contact avec la surface de l'éther. On fait ensuite le vide dans le cylindre au moyen de la petite pompe, plus ou moins lentement, suivant que l'air paraît contenir plus ou moins de vapeur aqueuse. On voit aussitôt baisser le thermomètre plus ou moins rapidement, et le plus souvent le dépôt de rosée commence à se faire apercevoir sur la surface extérieure du cylindre au bout d'une minute à une minute et demie, suivant le degré d'humidité de l'air.

L'appareil ayant été convenablement disposé en dehors d'une fenêtre ouverte, l'auteur est parvenu, à plusieurs reprises, dans le courant de l'hiver dernier, à réduire la température de l'éther contenu dans le fond du cylindre de 11 à 17 degrés centigrades au-dessous de la température de l'air ambiant; et même dans une occasion, l'air extérieur étant à 14°, l'éther a été refroidi au moyen du vide, de 23° au-dessous de la température ambiante. Le mode adopté par M. Connell pour déterminer la température du point de rosée, est conforme à celui qu'on emploie ordinairement avec les instruments de cette nature : savoir, d'observer avec soin la première apparence de rosée sur la surface du cylindre de laiton, et de noter au même instant la température indiquée par le thermomètre; suspendre ensuite le jeu de la pompe à air, et noter de nouveau la température du thermomètre au moment où la rosée disparaît; prendre enfin la moyenne de ces deux observations comme indiquant la température du point de rosée. C'est ainsi qu'au mois de juin, l'air extérieur étant à 18° c., la température du point de rosée, constatée au moyen de l'hygromètre de M. Connell, s'est trouvée être de 4° $^1/_2$, soit de 13° $^1/_2$ au-dessus de l'air ambiant; dans une autre expérience, par un temps très-sec et un vent du nord-ouest, l'air extérieur étant à 20°, la température du point de rosée est descendue à 4° $^1/_4$, soit de 15° $^3/_4$ au-dessous de la température de l'air ambiant. Il serait facile, au besoin, d'augmenter le pouvoir réfrigérant de l'appareil en agrandissant un tant soit peu la pompe à air. La quantité d'éther évaporée dans chaque expérience est extrêmement faible, en moyenne d'un demi-gros : on peut d'ailleurs

employer de nouveau sans inconvénients la portion de l'éther qui est resté au fond du cylindre. Il faut avoir soin, après chaque observation, de faire jouer le piston pendant quelques instants, afin de se débarrasser de la vapeur d'éther qui aurait pu rester dans le corps de pompe.

L'auteur, ayant comparé les indications de son appareil avec l'hygromètre de Daniell, a cru remarquer que la température du point de rosée indiquée par celui-ci était habituellement trop élevée. Il explique cette anomalie en supposant que, dans l'hygromètre de Daniell, le froid dû à l'évaporation de l'éther se communique plus rapidement à la boule de verre qu'au thermomètre qui y est renfermé; et que, par conséquent, la température indiquée par celui-ci, au moment où la rosée apparaît, peut bien être un peu plus élevée que la température réelle. Il estime que la même objection ne peut être présentée contre l'appareil qu'il a inventé, parce que le pouvoir conducteur du métal, fort supérieur à celui du verre, est capable de transmettre l'impression frigorifique en même temps et presque instantanément dans tout l'intérieur du cylindre.

---

14. — TRANSMISSION DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES FILS TÉLÉGRAPHIQUES, par MM. GUILLEMIN et Emile BURNOUF. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séance du 14 août 1854.)

Nous avons commencé, il y a six mois, sur la propagation de l'électricité, une série d'expériences fondées sur les principes suivants :

Que l'on conçoive un long fil de métal isolé et rectiligne : à l'une de ses extrémités, mais sans le toucher, est un des pôles d'une pile électrique dont l'autre pôle communique avec le sol ; à son autre extrémité, mais sans le toucher non plus, est le fil d'un galvanomètre dont l'autre bout plonge dans la terre. Si au même moment on fait toucher un des bouts du fil à la pile et l'autre au galvanomètre, le courant s'élance dans le fil, le parcourt et parvient enfin au galvanomètre dont il dévie l'aiguille. Or le courant met un certain temps à parcourir le fil : si la durée des contacts est assez longue, il franchit le second point de communication et dévie l'aiguille aimantée;

mais si les contacts durent trop peu, le courant lancé dans le fil n'arrive pas jusqu'au galvanomètre et ce dernier reste immobile. En diminuant peu à peu cette durée, on devra arriver à un temps précis pour lequel toute déviation cessera : ce temps sera celui que l'électricité mettra à parcourir le fil.

Quand on approchera de ce point, l'impulsion imprimée à l'aiguille par le peu d'électricité qui dépasse le galvanomètre sera très-faible si on ne lance le courant dans le fil qu'une seule fois. Mais en établissant et supprimant les contacts un grand nombre de fois par seconde, on multipliera les impulsions et on les rendra plus sensibles en les accumulant. Or le fil, durant chaque contact, *se charge* d'électricité; si dans les intervalles des contacts elle ne se déverse pas dans le sol, au contact suivant elle agira sur l'aiguille, et cela indépendamment de la longueur du fil et de la vitesse du courant. C'est pourquoi, dès que le fil ne communiquera plus avec la pile ni avec le galvanomètre, il devra être mis en communication directe avec la terre, et il sera ainsi ramené à l'état naturel avant la venue d'un nouveau courant. Cette *décharge du fil* permettra d'accumuler les impulsions sur l'aiguille et de déterminer le zéro avec précision.

D'après ces principes, nous avons construit l'appareil suivant :

Quatre roues de bois dur de 5 centimètres de diamètre sont fixées sur un même axe d'acier. Chaque roue porte, incrustées sur sa circonférence, seize lames de laiton de $2^{mm},05$ de largeur, séparées par des intervalles égaux entre eux. Toutes les lames de chaque roue communiquent avec une même virole de laiton placée sur une portion étroite de cette roue. Un ressort appuie sur cette virole et forme un contact permanent ; un autre appuie sur la circonférence et forme une communication intermittente, de sorte que les deux ressorts communiquent entre eux toutes les fois qu'une lame métallique passe sous le ressort de la circonférence. Les deux premières roues font passer le courant dans le fil et opèrent ce que nous appelons la charge; les deux autres, par des communications latérales des ressorts entre eux, déchargent le fil.

Charge du fil. — L'électricité arrive par le ressort de la virole de la première roue, passe à la plaque incrustée, au ressort qui la presse, au fil télégraphique, revient au ressort de la circonférence de la seconde roue, à la plaque qui le touche, passe à la seconde virole, à son ressort, au galvanomètre et à la terre.

Décharge du fil. — Les lames incrustées des deux autres roues correspondent aux intervalles de bois des deux premières. Aux ressorts de leur circonférence sont unis les deux bouts du long fil; les deux autres ressorts communiquent avec la terre, loin l'un de l'autre et loin des fils de la pile et du galvanomètre, pour éviter les retours par le sol. Le jeu des deux paires de roues est donc alternatif.

Cette petite machine est mue par un lourd volant qui sert de régulateur. A chaque tour de l'appareil, le courant parcourt le fil seize fois, et le fil est ramené seize fois à l'état naturel.

On se demande si un courant transmis par un contact glissant de lames métalliques n'est pas affaibli. Dans des expériences préliminaires, nous avons fait passer un courant à travers un appareil simple, composé de deux ressorts de laiton flottant sur une roue à surface métallique de 5 centimètres de diamètre; le courant passait d'un ressort à l'autre. Or le courant est affaibli quand la vitesse de rotation atteint vingt tours par seconde; mais la perte est nulle pour toutes les vitesses quand on empêche la vibration des ressorts au moyen de petits *étouffoirs* analogues à ceux qu'on emploie dans les pianos.

Avec un appareil ainsi disposé, nous avons expérimenté pendant deux mois entiers sur la ligne de Toulouse à Foix. Nous devons cet avantage à M. d'Esparbès de Lussan, directeur des télégraphes à Toulouse, dont les conseils nous ont été souvent utiles, et dont l'extrême obligeance a été si bien secondée par MM. les employés de Toulouse et de Foix. La ligne est formée de deux fils de fer parallèles, de 4 millimètres de diamètre et de 82 kilomètres de longueur, ensemble 164 kilomètres.

Résultats obtenus. — Avant chaque expérience, nous avons noté la déviation produite par un contact immobile et permanent, don-

nant ainsi l'effet total de la pile. Quand l'appareil tourne très-lentement, la déviation est environ les deux tiers de la première, cette diminution est due au rapport de grandeur des lames incrustées et des intervalles de bois ; elle est la même pour toutes les vitesses quand le fil est réduit à quelques centaines de mètres de longueur.

Double période dans la déviation. — Quand on opère sur le fil de 164 kilomètres, la déviation, d'abord très-grande pour une vitesse de trois ou quatre tours par seconde, décroît par degré jusqu'à vingt et un tours : elle est à ce moment moins de moitié de ce qu'elle était au début ; puis elle augmente régulièrement pour des vitesses de rotation plus grandes, et approche de la déviation première quand l'appareil fait de quarante à cinquante tours par seconde. L'effet de la décharge est très-marqué, et l'aiguille garde constamment la position première pour toutes les vitesses, quand on soulève les ressorts de la décharge et que celle-ci ne s'opère plus.

Cette expérience, répétée plus de douze fois pour les deux pôles de la pile, avec des piles de force de tension et de propagation très-diverse, a toujours donné cette double période ; le minimum a toujours été pour la vitesse de vingt et un tours, même après la pluie, quand la conductibilité des poteaux était encore très-appréciable. Pendant qu'il pleut, l'aiguille est agitée de mouvements irréguliers ; le fil perd jusqu'aux deux tiers du courant ; il se fait comme une dispersion des ondes électriques et l'expérience est impossible.

On voit donc que l'aiguille ne descend point au zéro, et que le minimum est compris entre deux périodes. Nous avons cherché les causes de ces deux phénomènes en faisant les expériences suivantes :

Induction des fils télégraphiques. — L'appareil étant disposé comme précédemment, les deux fils ont été séparés à Foix et les deux bouts isolés dans l'air. Le galvanomètre ne communiquait ainsi qu'avec le fil inférieur isolé par son autre bout et complétement séparé de la pile ; le jour était très-beau, rien par les poteaux ne passait d'un fil à l'autre, comme nous nous en sommes assurés par le contact permanent du ressort avec les plaques de charge. Or, la

roue tournant, l'aiguille a été déviée ; la déviation croissait avec la vitesse; et pour une vitesse de vingt et un tours par seconde, elle s'est montrée à peu près égale au minimum de la première expérience. Ici, comme toujours, la déviation cessait quand l'appareil de décharge ne fonctionnait pas.

Cette expérience démontre de la manière la plus claire que le fil de retour est induit par l'autre fil au moment même où l'électricité s'engage dans ce dernier. C'est ce courant induit qui, se produisant à toutes les vitesses, dévie l'aiguille d'une manière permanente, et l'empêche dans l'expérience primitive de retomber au zéro.

On a lieu de s'étonner que l'induction se produise entre deux fils distants l'un de l'autre de 30 à 40 centimètres, et dans de telles conditions ; car chaque fil est isolé par un bout ; mais ces effets ne sont sensibles qu'avec de très-longs fils : on les produirait difficilement avec des fils de 200 à 300 mètres de longueur.

Suppression de la période croissante. — Nous avons réduit à huit, au lieu de seize, le nombre des plaques de charge de nos roues, ce qui doublait le temps de la décharge ; nous avons fait rétablir à Foix la continuité des fils et répété l'expérience principale. Cette fois encore nous avons obtenu le minimum pour la même vitesse de rotation (vingt et un tours); mais ce minimum est demeuré permanent pour toutes les vitesses supérieures. Pendant ce temps le fil se décharge deux fois de suite par ses deux bouts ; nous avons constaté que la seconde décharge déviait encore le galvanomètre, et qu'ainsi la première était insuffisante. Le fil perd donc l'électricité moins vite qu'il ne la prend ; avec des plaques assez grandes il se décharge entièrement, et dès lors le *minimum* de déviation demeure *constant* et ne représente plus que l'induction d'un fil par l'autre.

Dans le cas contraire, la déviation augmente au delà du minimum, parce que le fil revient d'autant moins à l'état naturel que l'appareil tourne plus vite.

Toutes les lignes qui aboutissent à Toulouse ayant deux fils, il ne nous a pas été possible d'empêcher l'induction. Cependant tous les faits que nous avons observés sont tellement nets, que nous

nous croyons autorisés à prendre cette déviation minimum pour le zéro. D'après ces données, l'électricité parcourt un fil de 41 lieues dans l'espace de $^1/_{1100}$ de seconde environ ; ce qui donne approximativement une vitesse de 45,000 lieues par seconde dans le fil que nous avons employé.

Nous avons fait en outre d'autres expériences qui viennent à l'appui des premières.

Nous avons mis le galvanomètre entre la pile et le fil de 164 kilomètres, à l'entrée même du courant ; l'autre bout du fil a été isolé dans l'air. Le contact permanent de la pile étant établi, l'aiguille a reçu une très-faible secousse, puis est retombée à zéro : ce qui prouvait l'isolement parfait du fil. Quand on a fait tourner l'appareil, l'aiguille s'est déviée, d'autant plus que la rotation était plus rapide; à vingt et un tours par seconde la déviation a atteint un *maximum*, qu'elle a conservé par toutes les vitesses plus grandes.

Dans cette expérience, le fil, quoique isolé par l'un de ses bouts, est alternativement chargé et déchargé d'électricité ; mais le galvanomètre n'éprouve que l'effet de la charge. Quand l'appareil fait moins de vingt et un tours, l'électricité atteint l'extrémité du fil, s'arrête un instant comme dans un contact immobile, et pendant ce temps d'arrêt n'agit pas sur l'aiguille aimantée. En augmentant la vitesse, on réduit la durée de cet état statique; l'impulsion reçue par l'aiguille s'accroît ; et enfin, quand le temps perdu est réduit à zéro, la déviation est au *maximum :* l'onde va frapper l'extrémité du fil et revient aussitôt sur elle-même pour se décharger. Or cela arrive précisément pour une vitesse de vingt et un tours par seconde; car alors le contact dure exactement le temps nécessaire à la propagation du courant jusqu'au bout du fil.

On obtient les mêmes résultats quand on soumet le galvanomètre à la décharge du fil. Enfin, comme on pouvait le prévoir, lorsque le galvanomètre reçoit la charge et la décharge à la fois, l'aiguille se maintient au zéro.

Cette triple expérience est, principalement dans sa première partie, une remarquable confirmation de l'expérience principale ;



elle pourrait même suffire, à elle seule, pour mesurer la vitesse de l'onde électrique ; elle prouve, de plus, que cette vitesse est la même dans un fil isolé par l'un de ses bouts que dans un circuit complété par la terre.

Tels sont les principaux faits que nous avons observés ; nous exposerons les autres et nous donnerons les séries obtenues, avec les dessins de nos appareils, dans un mémoire plus étendu. Nous devons dire, en finissant, que pour opérer dans des conditions normales, il faudrait posséder un fil, non pas composé de deux lignes parallèles, mais disposé en cercle, ou mieux encore en rosace. On pourrait dès lors non-seulement se soustraire à l'induction, et obtenir le zéro avec ou sans la période croissante, mais encore, comme l'a fait M. Faraday dans ses belles expériences, qui concordent avec les nôtres, placer des galvanomètres sur différents points du fil, y lancer des ondes électriques d'une longueur déterminée, les y suivre pas à pas, saisir leurs intervalles, leurs oscillations, leurs retours ; enfin, analyser tant d'autres faits ou mal éclaircis ou inconnus, et fournir les plus importantes données à celui qui, plus tard, fera la théorie générale de l'électricité.

Addition à la note de MM. Guillemin et Burnouf.

MM. Guillemin et Burnouf, dans une nouvelle communication faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus de l'Ac. des Sc.* du 18 septembre 1854)], expliquent la différence essentielle qui existe entre leur manière d'opérer et celle qu'employaient MM. Fizeau et Gounelle, qui étaient arrivés à des résultats non d'accord avec les leurs. Ce qu'il y a de commun dans les deux méthodes c'est l'emploi d'un interrupteur ; mais MM. Fizeau et Gounelle se servent d'un galvanomètre différentiel qui est traversé par des courants de sens contraire, pour des vitesses de rotation quelconques, et l'aiguille est déviée tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. MM. Guillemin et Burnouf, au contraire, font usage d'un galvanomètre à un seul fil, les courants marchent toujours dans la même direction, la déviation de l'aiguille se fait toujours dans le même

sens, et au moment où l'on mesure la vitesse des courants, l'électricité n'arrive plus au galvanomètre. Une autre différence importante, c'est que, tandis que dans l'expérience de MM. Fizeau et Gounelle la décharge du fil télégraphique passe constamment par le galvanomètre, dans celles de MM. Guillemin et Burnouf le fil est ramené à l'état naturel après chaque contact avec la pile, ce qui fait que chaque fois que la décharge traverse le galvanomètre, l'aiguille garde une position constante et invariable.

Une expérience intéressante que MM. Guillemin et Burnouf ont ajoutée à celles qu'ils avaient déjà faite est celle qu'ils ont faite avec la ligne de Foix et qui paraît indiquer, selon eux, que deux courants allant en sens contraire dans le même fil se meuvent avec la même vitesse que s'ils étaient seuls. Les deux fils étaient réunis à Foix, deux piles de huit éléments et de même force ont été mises par leurs pôles de même nom en communication avec les deux extrémités du fil, les deux autres pôles plongeant séparément dans la terre ; le galvanomètre a été placé à l'une des extrémités du fil entre l'une des piles et l'appareil. En contact permanent, les deux courants s'annulaient ; mais pendant la rotation, l'aiguille était déviée, et la déviation augmentait jusqu'à vingt et un tours par seconde ; ensuite elle diminuait pour des vitesses de rotation plus grandes ; quand on supprimait totalement la décharge, l'aiguille restait sensiblement au zéro.

On peut donner une explication très-simple de l'existence de ce maximum à une vitesse de rotation de vingt et un tours par seconde : l'un des courants agit sur l'aiguille au sortir de la pile, l'autre après avoir parcouru le fil ; or, à mesure qu'on réduit la durée des courants, l'action de ce dernier courant neutralise l'autre de moins en moins, et cette action cesse d'exister quand la durée du contact ne suffit plus au parcours entier du fil.

---

15. — Note sur l'induction, par M. A. de la Rive.

Dans le nombre des intéressantes expériences de MM. Guillemin et Burnouf, que nous venons de rapporter, il en est une qui m'a

frappé par la confirmation qu'elle apporte à la théorie que j'ai donnée de l'induction électro-dynamique dans mon *Traité de l'électricité*[1]. C'est celle dans laquelle ces deux physiciens ont réussi à produire cette induction dans un fil isolé par un bout et communiquant par l'autre bout avec le sol par l'intermédiaire d'un galvanomètre au moyen d'un fil semblable parallèle au premier, distant de lui de 30 à 40 centimètres et isolé aussi par une de ses extrémités, tandis que l'autre communiquait avec l'un des pôles d'une pile dont le second pôle aboutissait au sol. Le courant était transmis d'une manière intermittente dans ce fil. Or, l'induction opérée dans le fil induit ne peut s'expliquer qu'autant qu'on admet que les molécules de ce fil sont polarisées par l'influence des particules du fil inducteur en sens inverse de la polarisation qu'éprouvent ces dernières par l'effet de l'électricité de la pile. Ainsi, si c'est le pôle + de la pile qui communique avec l'extrémité du fil inducteur, tous les — des particules sont tournés du côté de ce pôle et les + vers l'autre extrémité du fil ; par conséquent dans le fil induit les + sont tournés dans chaque particule du côté du galvanomètre, et les — vers le bout isolé de ce fil. Dès lors le courant résultant de la neutralisation de ces + et de ces — d'une particule à l'autre devra marcher dans le fil induit en sens contraire de sa direction dans l'inducteur, de telle façon que le premier de ces deux courants produira le même effet sur le galvanomètre que si les deux fils étant unis par leurs bouts isolés, le courant de la pile était seul transmis à travers tout le circuit, circulant nécessairement dans l'un des fils parallèles dans une direction contraire à celle qu'il a dans l'autre. Or c'est exactement ce qui arrive dans l'expérience de MM. Guillemin et Burnouf. Ces deux physiciens remarquent seulement qu'il faut que les fils soient très-longs pour que l'expérience réussisse, condition indispensable, en effet, pour que le courant induit puisse être sensible avec un fil dont l'un des bouts est isolé.

[1] Tome I, page 445.

CHIMIE.

16. — SUR LA QUERCITRINE, par M. L. RIGAUD. (*Ann. der Chemie und Pharm.*, tome XC, p. 283.)

La matière tinctoriale, connue sous le nom de quercitron, qui n'est autre chose que l'écorce d'un chêne particulier de l'Amérique du Nord, renferme un principe colorant jaune que M. Chevreul a isolé le premier, et désigné par le nom de quercitrine. M. Bolley, qui l'a aussi examiné, lui a reconnu les propriétés d'un acide faible, et lui a donné, en raison de cette circonstance, le nom d'acide quercitrique. Quelques observations de ce dernier chimiste, sur l'action des acides sur ce corps, ont engagé M. Rigaud à étudier plus attentivement cette réaction, dans l'idée qu'elle pouvait déterminer un dédoublement de cette substance et une formation de glucose; cette supposition a été pleinement confirmée par ses expériences, qui prouvent que ce corps a une constitution analogue à celle de la salicine, de la phlorizine, de l'esculine et de plusieurs autres des principes amers des végétaux, en sorte qu'il convient de lui laisser le nom de quercitrine qui s'accorde mieux avec cette analogie.

M. Rigaud a suivi, pour la préparation de la quercitrine, la méthode indiquée par M. Bolley. Le quercitron est épuisé par de l'alcool à 85 degrés, l'addition de gélatine précipite de cette dissolution l'acide quercitrotannique et une matière colorante brune. On filtre la dissolution, puis on en chasse l'alcool, d'abord par distillation, puis par évaporation au bain-marie en le remplaçant à mesure par de l'eau. La quercitrine, à peu près insoluble dans l'eau, se dépose peu à peu en mamelons cristallins. On la purifie en la dissolvant de nouveau dans l'alcool et précipitant par l'eau.

La quercitrine n'a aucune odeur; elle a une saveur amère très-faible, une couleur d'un jaune de soufre ou jaune de chrôme; sous le microscope, elle paraît formée de très-petits cristaux dérivant d'un prisme rhomboïdal droit. Elle se dissout dans quatre à cinq fois son poids d'alcool et dans 400 à 425 parties d'eau chaude. Elle se dissout facilement dans les liqueurs alcalines, sa dissolution ammoniacale se colore promptement en brun au contact de l'air.



L'analyse a donné pour sa composition les nombres suivants :

Carbone	53,39
Hydrogène . . .	5,05
Oxygène	41,56
	100,00

Soumise à l'ébullition avec de l'acide sulfurique et de l'eau, elle se transforme bientôt en une nouvelle substance d'un jaune plus vif, à peu près insoluble dans l'eau, qui présente d'abord un aspect floconneux, mais paraît, au microscope, composée de fines aiguilles cristallines. Si l'on sature l'acide sulfurique par le carbonate de baryte, la liqueur filtrée laisse, par l'évaporation, un sirop sucré qui se prend peu à peu en une masse cristalline.

La quercitrine se dédouble donc dans cette réaction en une espèce de sucre et en un principe nouveau, que l'auteur désigne sous le nom de quercétine. Ce corps étant presque complétement insoluble dans l'eau, il est facile de déterminer la proportion dans laquelle il se produit par la décomposition de la quercitrine ; la moyenne d'un grand nombre d'expériences a donné la proportion de 61,44 pour 100. L'évaluation du sucre a eu lieu par la décoloration d'une dissolution alcaline de sulfate de cuivre, suivant la méthode usitée pour le dosage du glucose. En supposant au sucre formé une constitution analogue à celle du glucose ($C^{12} H^{12} O^{12}$), 'expér ience a donné 44,35 de sucre pour 100 de quercitrine.

Enfin les analyses de la quercétine ont donné pour résultat moyen:

Carbone. . . .	59,23
Hydrogène . .	4,13
Oxygène . . .	36,64
	100,00

La combinaison de tous ces résultats permet d'établir la véritable formule de la quercitrine et de la quercétine ; cependant l'auteur en indique deux qui s'accordent à peu près également bien avec ses expériences :

Quercitrine	$C^{36}H^{20}O^{21}$	ou	$C^{36}H^{19}O^{21}$
Quercétine	$C^{24}H^{10}O^{11}$	ou	$C^{24}H^{9}O^{11}$

Que l'on adopte l'un ou l'autre de ces deux systèmes de formules, il en résulte que la quercitrine, sous l'influence des acides, s'assimile deux équivalents d'eau, et donne naissance à un équivalent de quercétine et à un équivalent de sucre $C^{12}H^{12}O^{12}$.

L'acide chlorhydrique étendu, et même une dissolution d'alun, déterminent de la même manière la décomposition de la quercitrine. L'acide acétique, au contraire, paraît sans action. L'acide azotique peut aussi donner naissance à la quercétine, mais bientôt après ce produit éprouve une décomposition ultérieure. L'acide chlorhydrique concentré donne lieu à un précipité orangé ou brunâtre, qui paraît très-différent de la quercétine ; cependant il n'en diffère pas essentiellement. La quercétine elle-même prend aussi cette couleur foncée au contact de l'acide chlorhydrique concentré.

La quercétine pure a une couleur d'un jaune citron, avec une nuance verdâtre. Elle n'a ni odeur ni saveur. Fort peu soluble dans l'eau chaude, elle se dissout bien dans l'alcool. L'acide acétique la dissout à l'aide de la chaleur, mais la laisse déposer en grande partie par le refroidissement. Elle présente le caractère d'un acide faible. Les dissolutions de potasse et de soude la dissolvent facilement en se colorant en jaune d'or. L'addition d'un acide la précipite de ces dissolutions en les décolorant. L'ammoniaque la dissout aussi, mais se colore en brun de plus en plus foncé au contact de l'air. Sa dissolution, mêlée à celle du perchlorure de fer, produit une coloration verte semblable à celle qui a lieu avec les dissolutions de quercitrine, d'esculine et d'esculétine.

La quercétine paraît communiquer aux étoffes une couleur plus pure et plus vive que la quercitrine.

Bien que le principe sucré, qui se produit par la décomposition de la quercitrine, ait de l'analogie avec le glucose, il est loin cependant de lui être identique. Sa saveur est plus douce. Il est sans action sur la lumière polarisée. Enfin il renferme une plus grande quantité d'eau de cristallisation ; en effet, ce sucre desséché en présence de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que son poids demeurât constant, a donné à l'analyse des nombres conduisant à la formule :

$$C^{12}H^{12}O^{12} + 3\,HO.$$

L'auteur ne dit pas si, comme le glucose, il peut perdre cette eau sans s'altérer à une température de 100 degrés.

Dans une notice qui fait suite au mémoire précédent, M. Rigaud rapporte quelques expériences relatives à l'action que le sucre de lait, le sucre de fruit et le sucre de quercitron exercent sur une dissolution alcaline de sulfate de cuivre. Nous avont dit, en effet, qu'il avait évalué la proportion de sucre résultant de la décomposition de la quercitrine, par la décoloration d'une liqueur cuivreuse qui avait été préalablement titrée au moyen du sucre de fruit. Mais ce procédé ne peut être exact que si le sucre qu'il s'agit de doser exerce sur cette liqueur cuivreuse la même action que le sucre de fruit. Or il n'est pas certain qu'il en soit toujours ainsi.

En effet, l'auteur a constaté que le sucre de lait, bien qu'offrant la même composition élémentaire que le sucre de fruit, lorsqu'ils ont été tous les deux desséchés à 100 degrés, ne possède pas un pouvoir réducteur ou décolorant aussi intense. Il a trouvé, conformément aux indications de M. Fehling, qu'un équivalent de sucre de fruit réduit dix équivalents de sulfate de cuivre, tandis que les poids de sucre de fruit et de sucre de lait nécessaires pour décolorer le même volume de liqueur cuivreuse sont entre eux à peu près comme 1 : 1,383; on peut conclure de là qu'un équivalent de sucre de lait réduit seulement sept équivalents de sulfate de cuivre.

Il y avait donc quelque intérêt à déterminer directement le pouvoir réducteur du sucre du quercitron, pour contrôler l'exactitude de la méthode employée pour l'évaluation de ce sucre dans les produits de la décomposition de ce corps. C'est ce qu'a fait l'auteur; il a trouvé que dix centimètres cubes de sa liqueur cuivreuse exigeaient pour leur décoloration $0^{gr},05636$ de sucre de fruit et $0^{gr},0617$ de sucre de quercitron. Or si l'on remarque que ce dernier renferme trois équivalents d'eau de cristallisation, on trouve que, en lui supposant le même pouvoir réducteur (pour un équivalent) qu'au sucre de fruit, il en aurait fallu 0,0648 au lieu de 0,0617. La différence, comme on le voit, n'est pas très-considérable et permet de considérer comme suffisamment exact le dosage fait suivant cette méthode.

L'auteur s'est aussi assuré que cette méthode permet de déterminer exactement la proportion de sucre qui se forme par la décomposition de la phlorizine. Il est probable que tous les sucres provenant du dédoublement de substances végétales complexes se comportent comme le sucre de fruit en présence des liqueurs cuivreuses alcalines, et diffèrent sous ce rapport du sucre de lait.

---

17. — SUR UNE NOUVELLE SÉRIE D'ACIDES ORGANIQUES SULFURÉS[1], par M. Aug. KEKULÉ. (*Ibidem*, page 309.)

Si l'on groupe les composés, soit inorganiques, soit organiques, en séries correspondant aux types les plus simples de la chimie inorganique, on voit facilement que, même dans la chimie organique, la série des composés dont l'acide sulfhydrique (H^2S) est le type, correspond exactement à la série de l'eau. Par conséquent, outre les mercaptans, et les éthers sulfhydriques neutres qui correspondent aux alcools et aux éthers de la série de l'eau, on doit pouvoir obtenir les termes analogues aux acides, aux acides anhydres et aux éthers composés dérivés de ces acides.

Partant de cette considération, M. Kekulé a cherché une réaction propre à substituer le soufre à l'oxygène pour transformer ainsi les termes de la série de l'eau en ceux de la série sulfhydrique. Il a trouvé la solution de ce problème intéressant dans l'action que le trisulfure de phosphore (Ph^2S^3) et le pentasulfure (Ph^2S^5) exercent sur les substances organiques. Il a trouvé le moyen de préparer ces composés facilement, et sans danger, en faisant

[1] Pour pouvoir conserver dans cet extrait le caractère que l'auteur a voulu imprimer à son mémoire, nous avons dû conserver ses formules. Elles reposent sur l'emploi des équivalents, ou plutôt des poids atomiques adoptés par M. Gerhardt. Ils ne diffèrent pas des anciens poids atomiques de Berzélius (non des équivalents), sauf pour les métaux, dont les poids sont tous réduits à moitié, en sorte que la formule générale des oxydes, correspondant à celle de l'eau H^2O, est R^2O. Il en résulte que les formules de presque tous les composés organiques sont divisibles par deux, et peuvent ainsi subir une simplification. (R.)



agir le soufre sur le phosphore amorphe (rouge), dans une atmosphère d'acide carbonique.

L'expérience a montré que ces composés sulfurés du phosphore agissent sur les composés appartenant à la série de l'eau, comme les composés chlorés correspondants. Seulement leur action est moins énergique, et surtout, tandis que sous l'influence des chlorures de phosphore le produit se partage toujours en deux groupes d'atomes, en présence des sulfures il ne se forme qu'un seul groupe; cette différence pouvait être prévue d'après la nature *bibasique*[1] du soufre.

L'auteur a constaté que cette réaction permettait de reproduire avec la plus grande facilité quelques-uns des termes déjà connus de la série sulfhydrique. Ainsi l'alcool $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$, agissant sur les sulfures de phosphore, donne naissance au mercaptan $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} S$, l'éther $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$ produit l'éther sulfhydrique $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} S$. Mais son attention s'est surtout portée sur les composés nouveaux que cette méthode peut fournir, et il fait connaître dans son mémoire ceux qui correspondent à l'acide acétique et à ses dérivés.

Acide thiacétique, $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} S$. Il se produit par l'action des sulfures de phosphore sur l'acide acétique monohydraté. C'est un liquide incolore, soluble dans l'eau, bouillant vers 93° C., présentant

[1] L'auteur emploie ici cette expression dans un sens nouveau, en l'appliquant à des corps simples. Il veut exprimer par là que, pour le soufre comme pour l'oxygène, l'équivalent est formé d'un seul atome, tandis que pour le chlore, le brome, l'hydrogène, etc., l'équivalent est formé de deux atomes. L'eau H^2O, l'acide sulfurique H^2S, correspondent à l'acide chlorhydrique H^2Cl^2 ou $2\,HCl$. Il en résulte que dans des réactions analogues, où ces divers corps n'interviennent que pour un équivalent, les produits oxygénés ou sulfurés formeront nécessairement une molécule complexe unique, tandis que les produits chlorés pourront se scinder en deux molécules distinctes. Pour exprimer ces différences, M. Laurent désigne les atomes d'oxygène de soufre, etc., par le nom de *monades*, et ceux d'hydrogène, de chlore, des métaux, etc., par le nom de *dyades*.

(R.)

une odeur particulière qui rappelle à la fois celle de l'acide sulfhydrique et celle de l'acide acétique. Il dissout le potassium, et même le zinc à l'aide de la chaleur, avec dégagement d'hydrogène. Il précipite l'acétate de plomb. Le thiacétate de plomb, peu soluble dans l'eau froide, peut être purifié par cristallisation dans l'eau chaude ou dans l'alcool, et se présente en aiguilles incolores, fines et brillantes. Il se décompose peu à peu, soit à sec, soit au contact de l'eau, en donnant naissance à du sulfure de plomb. Son analyse correspond à la formule $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\Pb\end{matrix}\right\}S$.

Anhydride thiacétique. $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}S$. On l'obtient en chauffant l'anhydride acétique avec le pentasulfure de phosphore C'est un liquide incolore, bouillant vers 121°, dont l'odeur ressemble à celle du corps précédent. Versé dans l'eau, il coule d'abord au fond, mais se dissout peu à peu en se décomposant en acide acétique et acide thiacétique. Le même corps paraît se former par l'action du chlorure d'acétyle sur le thiacétate de plomb. Le chlorure de benzoyle agit aussi sur ce dernier sel, et forme probablement un anhydride mixte $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^7H^5O\end{matrix}\right\}S$.

Ether thiacétique, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^5\end{matrix}\right\}S$ [1]. Il se forme dans la réaction très-énergique du pentasulfure de phosphore sur l'éther acétique. Plus léger que l'eau, il y est insoluble, bout vers 80°. Son odeur, semblable à celle de l'éther acétique, rappelle en même temps fortement celle de l'hydrogène sulfuré.

Il serait superflu de reproduire les équations qui expriment la formation de tous ces produits; en effet, ils résultent de la simple

[1] Si l'on veut conserver les anciens équivalents et les anciennes formules, on devra donner à ces nouveaux composés les dénominations et les formules suivantes :

Sulfure d'acétyle,	$C^4H^3O^2,S$ =Anhydride thiacétique.
Sulfhydrate de sulfure d'acétyle,	$C^4H^3O^2,S; HS$=Acide thiacétique.
Sulfure double de plomb et d'acétyle	$C^4H^3O^2,S; PbS$=Thiacétate de plomb.
Sulfure double d'éthyle et d'acétyle,	$C^4H^3O^2,S; C^4H^5S$=Ether thiacétique.

(R.)



substitution du soufre à la place de l'oxygène qui, de son côté, va remplacer le soufre dans sa combinaison avec le phosphore.

L'auteur y joint un second tableau dans lequel il établit le parallélisme entre les composés oxygénés et sulfurés dont il vient d'être question, et les composés chlorés, qui se forment dans des circonstances analogues sous l'influence des chlorures de phosphore. Il est destiné à mettre en évidence ce fait, que nous avons indiqué en commençant, que dans ce dernier genre d'action le produit se sépare en deux groupes d'atomes.

Ainsi, à une molécule d'eau ou d'acide sulfhydrique correspondent deux molécules d'acide chlorhydrique.

A une molécule d'alcool ou de mercaptan correspondent un équivalent de chlorure éthylique, plus un équivalent d'acide chlorhydrique.

A une molécule d'éther ou de sulfure éthylique correspondent deux molécules de chlorure éthylique.

A une molécule d'acide acétique et d'acide thiacétique, correspondent une molécule de chlorure d'acétyle et une d'acide chlorhydrique.

A une molécule d'éther acétique ou d'éther thiacétique, correspondent une molécule de chlorure d'acétyle et une de chlorure d'éthyle.

Lorsqu'on emploie les formules et les poids atomiques adoptés par M. Gerhardt, cette différence s'explique naturellement, puisque la molécule d'oxygène ou de soufre indivisible correspond à deux atomes de chlore.

Quelques chimistes ont adopté les idées nouvelles sur la constitution des alcools, des éthers, etc., mais ont conservé les anciens équivalents. Ainsi, pour eux, l'alcool est $\left\{\begin{matrix} C^4H^5O \\ H\ O \end{matrix}\right.$, l'éther $\left\{\begin{matrix} C^4H^5O \\ C^4H^5O \end{matrix}\right.$. M. Kekulé fait observer que, dans ce système, rien n'explique la différence que nous venons de signaler entre les séries de l'oxygène et du soufre d'une part, et de l'autre celles du chlore, du brome, etc. Ainsi on ne voit pas pourquoi le persulfure de phosphore, agissant sur l'alcool, produit le mercaptan $\left\{\begin{matrix} C^4H^5S \\ H\ S \end{matrix}\right.$, tandis

que le perchlorure de phosphore ne produit qu'un mélange de chlorure éthylique C^4H^5Cl et d'acide chlorhydrique HCl, qui ne demeurent point combinés [1].

---

18. — SUR UNE NOUVELLE SÉRIE DE RADICAUX MÉTALLIQUES, par M. J. BOUIS. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences,* séance du 7 août 1854.)

M. Bouis a obtenu l'alcool caprylique en décomposant l'huile de ricin par la potasse: il a décrit déjà un grand nombre de produits dérivés de cet alcool, correspondant tous aux termes principaux des séries alcooliques. Dans un nouveau mémoire, il fait connaître un composé remarquable qui résulte de l'action du sodium ou du potassium sur l'éther chlorhydrique de cet alcool, et qui conduira peut-être à la découverte de combinaisons analogues appartenant à d'autres séries.

En agissant à froid sur l'éther chlorhydrique du caprylène, le sodium donne naissance à un liquide dont la composition s'accorde avec la formule $C^{16} H^{17}$ ou $C^{32} H^{34}$ et que l'on peut, par conséquent considérer, soit comme le radical capryle, soit comme un composé d'hydrure de capryle et de caprylène $C^{16} H^{18}$, $C^{16} H^{16}$.

La réaction est bien différente, si l'on opère à chaud. Dès que l'on chauffe du sodium avec l'éther caprylchlorhydrique, le métal

[1] Sans vouloir nier les avantages réels, et la simplification que présente l'usage des formules et des poids atomiques de M. Gerhardt, qu'il nous soit permis d'observer ici que l'argument invoqué par l'auteur n'a peut-être pas une grande portée. En effet, les partisans des anciens équivalents répondraient sans doute, à l'objection de l'auteur, que la différence qu'il signale est une conséquence nécessaire de ce fait qu'ils n'expliquent point, sans doute, mais qu'il faut bien admettre comme tel, que le chlore tend à former des composés indifférents, tandis que les composés oxygénés ou sulfurés tendent à se combiner entre eux. Ce fait doit être accepté; il est indépendant de la divisibilité de l'équivalent du chlore. Nous ne pensons pas que celle-ci explique pourquoi nous ne trouvons, parmi les composés chlorés, rien qui corresponde aux sulfophosphates, aux sulfarséniates et à presque tous les sels ordinaires de la chimie. (C. M.)

prend une teinte violette et se gonfle considérablement; la température s'élève et il y a dégagement d'hydrogène. La belle couleur pourpre-violet disparaît, car cette matière passe à l'état de chlorure de sodium, qui, absorbant le liquide, forme une masse pâteuse. Pour obvier à cet inconvénient, il suffit de faire communiquer plusieurs cornues en cascade, et de placer dans chacune des fragments de sodium; introduisant ensuite de l'éther chlorhydrique dans la cornue supérieure et chauffant, la réaction devient très-vive; la matière violette d'abord formée disparaît, et le liquide arrivant moins chargé de chlore, dans la deuxième et dans la troisième cornue, produit le composé violet avec une grande rapidité. Le liquide obtenu est le caprylène pur.

On peut encore obtenir cette matière violette en chauffant le caprylène en présence du sodium et faisant arriver dans le mélange un courant de chlore, ou bien en chauffant le sodium avec du caprylène auquel on a ajouté de l'éther caprylchlorhydrique ou une certaine quantité de caprylène même préalablement traité par le chlore.

Cette matière violette se conserve très-bien dans le caprylène ou dans le naphte; mais l'eau, l'alcool et, en général, tous les liquides oxygénés la décomposent. Exprimée entre des feuilles de papier et exposée à l'air, elle devient blanche; il se forme de la soude et du chlorure de sodium. L'éther chlorhydrique en grand excès la décompose; le chlore la détruit aussi. Par la calcination, elle dégage beaucoup d'hydrogène et laisse pour résidu du charbon renfermant du sodium très-divisé.

La difficulté de purifier ce composé et de le débarrasser de l'excès de sodium, ou de chlorure de sodium, n'a pas encore permis à l'auteur d'en faire une analyse exacte. Sa décomposition par l'eau produit de la soude, du chlorure de sodium, du caprylène et un dégagement d'hydrogène gazeux. Mais la proportion de ce dernier produit est assez faible pour rendre très-probable que sa présence est accidentelle et due à quelques traces de sodium mélangé dans la matière violette.

Les conditions nécessaires pour la production de ce corps, et la

nature des produits qui résultent de sa décomposition par l'eau, rendent probable que sa composition est exprimée par la formule :

$$C^{16}\left\{\begin{matrix}H^{15}\\Na^{2}\end{matrix}\right\}Cl.$$

L'éther bromhydrique et l'éther iodhydrique du caprylène se comportent, en présence du sodium, comme l'éther chlorhydrique, et donnent naissance à des produits bromés ou iodés correspondant au corps précédent.

Des essais analogues, tentés avec différents carbures d'hydrogène, tels que la benzine, l'huile de naphte, la naphtaline, etc., n'ont donné que des résultats négatifs. Au contraire, l'éther amylchlorhydrique et l'éther cetylchlorhydrique agissant sur le sodium, en présence du naphte, pour diminuer l'énergie de leur action, ont donné des composés analogues à ceux obtenus avec l'éther du caprylène.

Le potassium donne lieu à des réactions analogues, et, par suite, à de belles colorations, mais la réaction est si vive qu'il n'a pas été possible de conserver les matières formées.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

19. — (ON THE LARGE....) SUR LA GRANDE ÉTENDUE DES GLACES DU GROENLAND CONTINENTAL ET SUR L'ORIGINE DES GLACES FLOTTANTES DES MERS ARCTIQUES, par M. le docteur RINK, de Copenhague. (*Journ. of the royal Geographical Society of London*, 1853, tome XXIII, p. 145.)

L'importance de ce mémoire consiste, comme l'a fait remarquer M. Murchison dans son *address* à la Société géographique de Londres, en ce qu'il fournit également de précieux renseignements à la géologie et à la géographie. L'auteur a résidé plusieurs années dans les établissements danois de la côte occidentale du Groënland. Il est le premier qui ait fait connaître la constitution géologique des régions septentrionale et méridionale de l'île de Disco, et ses observations sur les glaces du Groënland offrent le mérite de four-



nir l'explication de certains phénomènes glaciaires. Il fait voir comment un espace immense de terre peut être couvert de ces mêmes roches polies, striées et sillonnées qui ont été observées dans plusieurs parties de l'Europe et de l'Amérique, et qui ont été un sujet de division parmi les géologues. Les uns les rapportaient au mouvement des glaciers solides ou terrestres, d'autres à l'action des glaces flottantes; d'autres, enfin, les attribuaient à des débâcles ou à des grands courants produits par la fusion de glaciers gigantesques.

Il est probable que la Scandinavie et la Laponie formaient à l'époque glaciaire un centre d'où des blocs de pierre partaient sur des vaisseaux de glaces pour se répandre dans la Russie et l'Allemagne qui alors étaient recouvertes par la mer. Le Dr Rink montre dans son travail qu'à l'époque actuelle l'intérieur du vaste continent groënlandais est entièrement occupé par les glaces, au travers desquelles s'élèvent à peine quelques rochers. Quoiqu'ils n'atteignent pas à une grande hauteur, cette élévation est cependant suffisante pour fournir une pente capable de faire cheminer d'immenses glaciers et même des *champs* de glace, dont les bras descendent dans les *fiords* larges et profonds qui découpent la côte occidentale. Il se détache de ces glaciers des masses gigantesques qui, lancées à la mer et entraînées au travers du détroit de Davis, se dirigent vers le sud. Par conséquent les phénomènes qui se passent autour du Groënland actuel représentent assez bien ce qui a dû se passer anciennement autour de la presqu'île scandinave et peut-être même autour des montagnes de l'Ecosse.

Nous ne trouvons malheureusement pas dans ce travail de données sur le minimum d'inclinaison qui permet à ces grandes masses de se mouvoir, ce qui est un point intéressant pour la théorie de l'ancienne extension des glaciers. Mais on comprend que ce genre d'observation doit être plus difficile encore dans le Groënland qu'ailleurs. Les distances étant grandes dans ce pays, et les pentes faibles, il est probable que quelques-unes de ces masses glacées formées dans l'intérieur de ce continent cheminent pendant plusieurs centaines d'années avant d'être lancées à la mer.

On sait que la longueur des glaciers ou que la position de leur extrémité inférieure dépend de l'élévation et de l'étendue des champs de neige qui les alimentent. Dans le Groënland cette extrémité arrive au niveau de la mer et même *au-dessous*.

On sait également que le nombre des glaces flottantes que l'on appelle *Icebergs* est immense dans les mers polaires et qu'elles atteignent des proportions gigantesques. Les plus grandes ont environ 100 ou 150 pieds de hauteur au-dessus du niveau de la mer et 4000 pieds de circonférence. Or, dans les glaces flottantes, on ne voit au-dessus de la surface de l'eau que la huitième partie environ de celle qui est au dessous. Il en résulte donc qu'une masse de la dimension de celle que nous venons d'indiquer n'a pas moins de 66,000,000 de yards cubiques[1]. Un semblable fragment de glace placé sur la terre formerait une montagne d'un millier de pieds de hauteur.

Ces *icebergs*, dont le nombre est prodigieusement grand, tirent leur origine des grands glaciers terrestres, mais cependant comment se peut-il que jamais aucun des nombreux navigateurs qui ont parcouru les mers arctiques n'aient vu une montagne de glace se détacher du bord? Pourquoi aussi les *icebergs* sont-ils beaucoup plus rares dans le voisinage du Spitzberg que dans la mer de Baffin, quoique dans cette île de nombreux glaciers descendant à la mer? Scoresby, qui avait fait cette observation, a trouvé l'explication de cette différence dans la nature des côtes, mais M. Rink pense qu'il existe une autre cause plus importante, et qu'il faut la chercher dans la configuration des terres ; en effet, dans le Groënland il se produit chaque année un excès de glace.

1. Les *icebergs* dont la masse totale s'élève à des milliers de yards cubiques se détachent chaque année de la côte avec régularité, et proviennent toujours des mêmes emplacements qui ont une étendue plus ou moins grande. Quelques-uns occupent sur la côte une longueur de quatre milles. Dans les intervalles qui séparent ces emplacements, il ne se détache pas beaucoup de ces *icebergs*, au contraire, sur la plus grande partie de la côte la neige et la pluie

[1] Un yard = $0^{m},914383$.



arrivent à l'Océan à l'état fluide. En réfléchissant à la grandeur de cette masse de glace qui forme l'ensemble des *icebergs*, on se convainc qu'elle est beaucoup trop considérable pour être le résultat de la formation annuelle de la glace dans les collines ou les vallées qui entourent immédiatement la côte; mais que les grands glaciers, placés dans les vallées ou ravins qui les conduisent à l'Océan, correspondent ou plutôt occupent la place des torrents qui existeraient si le pays était moins froid. Ils sont l'écoulement qui emmène à la mer l'eau congelée de ces grands espaces de terre. La glace qui arrive à la mer, sous forme de montagne, occupe dans la contrée d'où elle provient une grande étendue. Elle s'avance poussée par la force qui fait mouvoir les glaciers et parvient au bord de la mer en un point d'où les *icebergs* se détachent. Il faut donc pour que les *icebergs* se forment qu'il y ait par derrière eux un pays assez grand pour qu'il eût donné naissance à un cours d'eau considérable dans d'autres circonstances climatériques.

II. Dans le Groënland et plus généralement là où les conditions favorables se rencontrent avec un climat d'une température convenable, la glace ne provient pas de telle ou telle montagne élevée. *Mais le pays est en entier couvert de glace à une certaine hauteur, les montagnes et les vallées sont nivelées sous une forme de plaine unie, les rivières ont disparu, et la forme propre des terres est complétement cachée.* Le mouvement qui pousse la glace à la mer commence dans l'intérieur des terres. Lorsque cette masse en mouvement arrive dans un défilé on la voit se resserrer puis après s'élargir et s'étendre sur une largeur de plusieurs milles. La rapidité avec laquelle ces fleuves presques solides s'avancent vers l'Océan est variable.

III. Il n'y a dans tout l'hémisphère nord que le Groënland qui présente une côte convenablement disposée pour fournir à la mer autant de grands *icebergs*. C'est surtout au nord du cercle arctique que le pays présente une étendue suffisante de l'est à l'ouest pour servir de *berceau* à de puissants glaciers. Ils arrivent à la mer dans les fiords ou golfes longs et étroits qui découpent la côte, et que l'on

nomme *ice friths*. Ni au Spitzberg, ni dans les parties plus étroites du Groënland on ne trouve un espace capable de produire annuellement des masses de glace semblables à celles qui débouchent de ce grand et inconnu continent. Ces phénomènes sont moins développés à ce qu'il paraît sur la côte orientale du Groënland.

Les côtes de ce continent auxquelles se rapportent les remarques du Dr Rink sont figurées dans une carte qui s'étend du 68e au 73e degré de latitude. Elles présentent une configuration toute particulière. Elles sont coupées par des fiords nombreux et profonds, par des détroits et par un nombre immense de canaux; c'est un vrai labyrinthe de péninsules et d'îles. Des îles les plus extérieures jusqu'au fond des bras de mer, on compte ordinairement 50 à 100 milles. C'est au delà du fond de ces canaux que commence le continent lui-même; vaste région complétement dépourvue de vie animale et toujours ensevelie sous un manteau de neige. Elle s'étend environ 800 milles plus à l'est et se termine à la région complétement inconnue du Groënland oriental.

Nous pouvons supposer une ligne tirée à peu près du sud au nord, passant par le fond de tous les golfes ou *fiords*, et nous appellerons le groupe d'îles et de péninsules placé à l'ouest de cette ligne, *zône extérieure* par opposition à la masse du continent que nous pouvons désigner sous le nom de *terre*. L'aire de la zone extérieure du Groënland du nord peut être estimée à 30,000 milles carrés, mais le morcellement de cet espace, comme nous l'avons dit, par de nombreuses ramifications de bras de mer, par des détroits et par des baies, lui fait occuper une surface beaucoup plus grande. Si nous considérons combien la population est clair-semée et le climat rigoureux, nous ne nous étonnerons plus que cette partie du Groënland soit si peu connue; qu'il y ait des espaces qui n'aient jamais été visités que par quelques naturels du pays et qu'il y ait encore de grandes difficultés à savoir si certaines terres sont des îles ou des presqu'îles. Beaucoup d'Européens quittent cette région sans même avoir vu le grand plateau de glace qui s'étend à l'est, et sans même avoir visité le fond des fiords au travers desquels la glace envoie annuellement son excédant à la mer,

sous forme de fragments colossaux. Les points où les *icebergs* se détachent des glaciers sont, en général, fort éloignés des rivages habités, et leur accès au travers des détroits et des fiords est fort difficile. Il faut, pour y arriver en été, lutter contre les glaces flottantes, et, en hiver, braver les ruptures produites par le mouvement des glaciers dans les glaces formées à la surface de la mer.

Nous avons souvent eu l'occasion d'observer dans certaines localités les masses qui vont annuellement à l'Océan, et nous avons toujours été profondément étonné en réfléchissant combien la partie de ce pays qui fournissait une quantité de glace aussi étonnamment grande, était petite proportionnellement au reste de la contrée. Dans la zone extérieure il n'y a aucune cause qui puisse expliquer une accumulation de glace semblable à celle qui arrive à la côte, même sous un climat aussi sévère : au contraire, dans ce labyrinthe d'îles et de péninsules la glace et la neige formées en hiver se fondent chaque année dans le mois de juin, jusqu'à l'élévation de 2000 pieds au-dessus du niveau de la mer. La chaleur de l'été est suffisante pour faire végéter plusieurs centaines d'espèces de plantes, fleurissant et portant des fruits et des graines qui arrivent à maturité avant que les gelées de l'hiver suivant les flétrissent dans les derniers jours d'août. Cette température serait probablement suffisante pour fondre chaque année dans cette zone le double ou le triple de la quantité de neige accumulée durant l'hiver.

Quoique la moyenne de la température de l'année soit, sur cette côte, un peu au-dessous de zéro, la ligne des neiges éternelles est encore ici, comme partout, en rapport avec l'élévation au-dessus du niveau de la mer; elle est placée à environ 2000 pieds au-dessus de ce niveau. Cependant, dans certaines localités, les phanérogames atteignent la hauteur de 4500 pieds au 71° degré.

Les glaces n'arrivent au niveau de la mer que dans quelques points où la glace du continent vient s'y verser. Mais dans ces localités elle s'y maintient d'une manière persistante, et la fusion ne la fait pas disparaître. C'est la conséquence du mouvement progressif des glaciers. Ce mouvement est cependant assez lent pour que la température des régions basses fonde souvent l'extré-

mité inférieure des glaciers, de telle sorte que ce n'est qu'un petit nombre des plus grands glaciers alimentés par les grands champs de neige de la *terre* qui peuvent arriver à la côte. Les fragments de glace détachés de la côte (singulièrement appelés par les Danois des colonies *calf-ice*) sont si peu considérables que l'on peut dire que la pluie et la neige tombées dans le cours d'une année sur la zone extérieure la quittent encore à l'état fluide. Ce qui explique ces contradictions apparentes, c'est que l'intérieur du continent est non-seulement complétement nivelé par les glaces, mais qu'il s'y forme un excédant de glace qui se déverse dans l'Océan.

Il est évident que, même dans les parties basses, il peut se former une croûte de glace insoluble, si la quantité d'eau nécessaire pour la former est exposée à une gelée annuelle de huit mois. Cette action ne peut avoir lieu sur les lacs d'eau douce où la glace atteint rarement plus de 6 pieds d'épaisseur, et ensuite protége l'eau contre le froid. Mais si, au contraire, pendant l'hiver l'eau s'écoule continuellement sur une surface exposée à l'action de l'atmosphère, il se formera une couche de glace épaisse de 20 à 40 pieds, qui, pendant le court été de ces régions ne pourra se fondre. Cela se voit dans quelques parties de la zone extérieure quand la neige est fondue partout, on remarque encore une croûte épaisse de glace dans le voisinage de certaines sources. Au bord même de la mer on voit des amas de glace qui ne sont jamais complétement fondus, on les remarque à l'embouchure des grandes rivières, particulièrement lorsque leur delta est formé de rochers et de gros cailloux. Pour cela il faut que l'eau de ces rivières coule en hiver et par conséquent qu'elle provienne de source, ou de lac ayant une issue souterraine. Plus la contrée à traverser avant d'arriver à la mer est grande, plus il sera difficile pour l'eau d'arriver avant que la gelée de l'hiver l'arrête dans sa course. Cette difficulté est si grande pour l'eau provenant de *la terre*, dont le caractère distinctif est son éloignement de l'Océan, qu'elle n'arrive qu'à l'état de glace. Il est probable que le manteau de glace du Groënland s'est fait peu à peu par la congélation d'anciennes rivières qui ont rempli de glace les vallées. Cette quantité s'est augmentée de celle arrivant des

terres plus élevées, et ce manteau augmentant d'épaisseur a atteint sa puissance actuelle.

Les *icebergs* proviennent exclusivement, comme nous l'avons dit, de la glace de la *terre* charriée à la mer au travers des fiords. Les vallées qui forment la continuation orientale des grands fiords sont remplies de glace. Lorsqu'on peut parvenir sur une montagne de la côte de manière à voir les glaciers, on observe qu'en s'élevant ils finissent par s'unir au grand manteau de glace qui recouvre à l'orient tout l'intérieur du continent. Cette union se fait à la hauteur de 2000 pieds au-dessus du niveau de la mer dans les embranchements de la baie d'Omenak. Mais de ce point le manteau de glace s'élève encore du côté de l'intérieur.

Quoique le plateau de glace d'où les glaciers proviennent paraisse avoir une pente à peu près uniforme, on remarque que quelques-unes de ses ramifications ou glaciers s'avancent dans les fiords avec plus de rapidité que d'autres. On peut apprécier approximativement ce mouvement par la manière plus ou moins prompte avec laquelle la glace de l'eau de la baie se brise pendant l'hiver, mais ce qui dénote mieux encore la rapidité de la marche de certains glaciers c'est la quantité de glace entraînée annuellement à l'Océan au travers du fiord.

D'après les recherches que le Dr Rink a pu faire et les renseignements qu'il a pu obtenir il croit qu'il existe entre le 67° ½ et le 73° de latitude nord, cinq embouchures ou glaciers principaux par où la glace de la *terre* arrive à la côte et où les grands *icebergs* sont mis à flots. Ce sont les suivants :

1° Celui du port Jacob à la latitude de 69°, 10′.

2° Celui de Tossukatck derrière l'île de Arvemina à la latitude de 69° 50′.

3° Celui de Kariak, qui est fort grand, à la latitude de 70° 25′.

4° Celui de Kanyeidbursoak, plus grand encore, à la latitude de 71° 25′ ; ces deux derniers débouchent dans la baie d'Omenak.

5° Enfin, le glacier d'Upernivik, à la latitude de 73° derrière un grand groupe d'îles.

En considérant la manière dont la glace se meut, et dont les

fragments se détachent des glaciers qui sont l'écoulement de la glace de la *terre*, il n'y a aucun doute que les glaciers n'aient au moins pour épaisseur le plus petit diamètre des *icebergs*. Par conséquent la glace qui est poussée de l'intérieur dans le grand *couloir glacé* doit être regardée comme un corps plat ayant au moins mille pieds d'épaisseur. Cette glace est d'une nature si fragile que le mouvement lent qu'elle possède ne peut s'effectuer sans de fortes dislocations qui couvrent sa surface de nombreux pics, de vagues, de grandes crevasses, et la font ressembler à une mer subitement congelée. Ces grands glaciers, d'un poids énorme, s'avancent progressivement au travers de la plage, cheminent sur le fond de la mer sans altération, jusqu'à ce que leurs extrémités extérieures atteignent une profondeur à laquelle l'eau commence à les supporter. Jusque-là, et quoique dans l'eau, l'extrémité tient encore aux glaciers terrestres; elle s'avance en étant supportée par la mer jusqu'à ce que quelque cause extérieure vienne à rompre sa liaison avec le glacier, alors l'extrémité antérieure devenue indépendante est changée en *iceberg*. Cette action se nomme *calving*. La secousse qu'elle produit dans l'eau de la mer au moment de la séparation est telle, qu'on la ressent quelquefois jusqu'à 16 milles de distance. D'après cela, il est évident que ce n'est pas le *iceberg* lui-même qui se détache du glacier, mais plutôt la mer qui le soulève. Les glaciers qui sont exposés à l'action de l'Océan ne lui livrent pas seulement de grands *icebergs*, mais encore des fragments de glace moins considérables (small ice, calves).

On ne sait pas encore si la glace de la *terre* possède une marche régulière et uniforme, ou si elle ne s'avance que périodiquement. Les ruptures de l'extrémité inférieure paraissent en être indépendantes et dépendre d'autres causes. De telle sorte que la position de cette extrémité du glacier est très-variable. Le glacier s'avance quelquefois sans se briser plus loin que le point où il s'est rompu à une autre époque, et même on a vu dans l'hiver de grands *icebergs* s'en détacher.

Du mois de novembre à celui de juin l'eau de la mer est tellement gelée que les *icebergs* sont enfermés dans l'intérieur des

fiords glacés, mais en juillet et surtout en août, ils sont charriés en immense quantité par les courants dans une mer dégagée de glace. Le moment de leur départ s'appelle la *sortie des glaces*. Cet état de chose dure jusqu'à l'automne. Lorsque le vent d'est souffle d'une manière continue, il finit par nettoyer l'intérieur des fiords en emmenant tous les *icebergs*, à moins que quelques uns d'entre eux ne soient arrêtés par des hauts fonds sur lesquels ils restent échoués.

Les *icebergs* sont formés, en général, par une glace dure et brillante, dont la couleur blanche provient de lignes de pores très-fins, de même grandeur, uniformes et équidistants dans toute la masse des *icebergs*. Cette structure prend naissance dans le moment où la glace se forme dans l'intérieur du pays par le durcissement de la neige, peut-être par des alternances répétées des gelées et du dégel. Cette glace blanche est sillonnée par des bandes de glace d'un bleu foncé, qui est d'une nature beaucoup plus transparente, parce qu'elle ne contient par des bulles d'air ou du moins de très-irrégulières. Ces bandes bleues ont plusieurs pieds d'épaisseur, et avec elles on voit souvent des bandes *boueuses* de matières étrangères, telles que des pierres, de l'argile, des graviers, que les *icebergs* entraînent lorsqu'ils leurs sont incorporés. La glace bleue est dissoute par le dégel en gros grains réguliers, ce qui n'est pas le cas avec la glace blanche, qui constitue la masse la plus considérable du *iceberg*. Il est probable que les bandes bleues sont formées par l'eau qui a rempli les fissures de la glace de la *terre* et qui s'y est congelée. Cette eau peut avoir été mêlée avec de la neige, des graviers ou des pierres. Il paraît probable à l'auteur que la congélation de l'eau dans ces fissures peut être un des agents qui détermine les mouvements des grands glaciers.

Dans un autre travail publié dans les *Mémoires de la Société danoise des sciences*, M. Rink s'est occupé des nombreux minéraux du Groënland. Ils proviennent des terrains granitiques et des terrains trappéens. Cette dernière formation a traversé les roches du terrain carbonifère, et a changé dans quelques localités les couches de charbon qui y sont contenues en anthracite.

---

20. — SUR LA GÉOLOGIE DE QUELQUES PARTIES DE L'ÎLE DE MADÈRE, par sir Charles LYELL. (*Société géolog. de Londres*, 22 mars 1854.)

Cette notice est un extrait des lettres écrites par l'auteur à M. Horner. M. Lyell croit (comme M. Smith de Jordan-Hill l'avait déjà dit), que la grande masse des roches volcaniques de l'île de Madère ont une origine *subaérienne*, cette expression étant employée ici par opposition à celle de *sous-marine*. Cependant, il paraîtrait que les premières roches volcaniques de cette île ont été formées sous les eaux, car elles sont associées avec des dépôts marins. Cette association se trouve dans la partie septentrionale de l'île, où ces dépôts s'élèvent à une hauteur de douze cents pieds au-dessus du niveau de le mer, et c'est au-dessus d'eux que l'on voit la série longue et compliquée des roches volcaniques dont les éruptions se sont faites à l'air.

Mais avant que la moitié de l'île ait été ainsi construite par ces éruptions successives, il y avait déjà de la végétation, comme le prouve évidemment la couche remplie de feuilles fossiles, appartenant à des fougères et à des dicotylédones, que l'auteur a découverte dernièrement au-dessous du basalte, dans le ravin nommé Jorge, dans la partie septentrionale de l'île. Cette couche de végétaux fossiles est associée avec des cailloux roulés de rivière, et elle est placée au-dessous des couches volcaniques qui ont été fréquemment disloquées par des mouvements du sol.

M. Lyell croit que l'âge relatif des différents groupes de roches volcaniques est le suivant : Le Pico de Funchal où l'on compte plus de vingt cônes, avec 800 pieds d'épaisseur de tuf et de basalte, est plus récent que les couches inclinées du cap Giran (à l'ouest de Funchal); les trachites et les tufs de Porto da Cruz, qui ont plus de 900 pieds de puissance, sont plus récents que les cônes du centre de l'île et que les courants basaltiques qui en ont coulé. Dans ce travail, M. Lyell décrit la structure et l'arrangement des roches volcaniques qui peuvent être examinées dans les ravins de l'intérieur de l'île ou dans les falaises de la côte. Il s'arrête surtout à la belle coupe de 1600 pieds d'élévation que présentent les roches ignées du cap Giran. Elle est traversée par plus de 120 dykes ou filons.

Ces observations amènent l'auteur à discuter l'application qui peut être faite à la structure de cette île des deux théories qu'il désigne sous le nom de théorie des soulèvements et théorie des éruptions.

L'auteur a encore examiné la petite île de Baxo, c'est un petit récif de corail placé au milieu de tufs, de laves et de scories d'origine sous-marine. A l'époque où cette note a été lue à la Société géologique, M. Lyell était à Ténériffe et comptait examiner les îles Canaries.

21.—SUR LA RÉGION AURIFÈRE DE LA CALIFORNIE, par M. WILSON. (*Société géolog. de Londres,* 8 mars 1854.)

L'auteur, qui est lui-même mineur, et qui a exploré pendant trois années les localités aurifères les plus riches de la Californie, a placé devant la Société des cartes et des coupes qui les représentent.

La Sierra-Nevada est une chaîne granitique qui s'élève à 5000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Du côté de l'ouest, elle est flanquée de bandes parallèles de schistes cristallins de natures diverses, de gneiss, de micaschistes, de schistes chloriteux ainsi que de calcaires et de schistes argileux, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, presque verticaux et renfermant quelquefois du granit. On a trouvé quelques fossiles dans les schistes chloriteux, entre autres des orthis. Ces roches occupent un espace d'environ 50 milles de longueur, et s'élèvent jusqu'à 4000 pieds au-dessus de la mer. Cette région est traversée par trois grands filons de quartz aurifère qui sont parallèles aux schistes.

La plaine comprise entre cette région et la côte est occupée par des dépôts tertiaires qui s'étendent aussi sur l'autre versant de la chaîne côtière, laquelle court parallèlement à la côte et à la Sierra-Nevada. Cette chaîne côtière s'élève à 2500 pieds au-dessus du niveau de la mer; elle est formée de schistes argileux qui plongent à l'ouest.

Les argiles, les graviers et tous les terrains de transport des ravins et des plateaux de la région élevée traversée par les filons de quartz dont nous avons parlé, contiennent de l'or plus ou moins

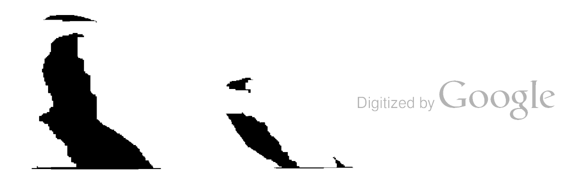
abondamment, et paraissent avoir été formés sous des influences variées de la décomposition des roches, de glissements, d'éboulements et de transport des détritus par les eaux.

Les dépôts calcaires tertiaires, recouvrant les détritus aurifères, enveloppant des blocs et des sables, et quelquefois mélangés, dans leurs parties supérieures, avec les cendres volcaniques, occupent dans les vallées et sur le flanc des collines de cette région élevée, des espaces considérables. Le plus large des trois filons de quartz a été lui-même exploité pour l'or, à la colline de Carson, à la rivière Mariposa et à Aqua Frio. A Sonora on en exploite un autre. L'or y a été trouvé dans la partie supérieure, et, d'après l'auteur, cette circonstance se retrouve dans tous les filons quartzifères. Les exploitations dans le quartz, même en y comprenant les parties supérieures qui sont les plus riches, mais qui toujours ont été décomposées et emportées par les eaux, ne sont pas, en général, aussi productives que les lavages. L'auteur décrit plusieurs de ces lavages près de Sonora, près des rivières Stanislaus, Tolumne, etc., ainsi que les différentes sortes de lavages. Les recherches de l'or, dans le lit des rivières actuelles de la Californie, sont restées sans résultat, pour la plupart du temps. Nous retrouvons aussi dans ce travail la description du porphyre de la montagne de la Table, celle du filon de *greenstone*, du camp de Sullivan, celle des cavernes du calcaire tertiaire de Coyote Creek et celle des mines de cinabre placées dans les schistes argileux, avec veines de quartz de la chaîne côtière.

---

22. — DÉCOUVERTE DE VEINES DE HOUILLE DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE, par MM. MULOT père et fils. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1854, tome XXXVIII, p. 1062, et tome XXXIX, p. 253.)

On sait que les mines de houille du département du Nord, ne furent découvertes, en 1784, que grâce à la confiance que la compagnie qui les recherchait avait placée dans un certain principe de géologie pratique, la direction des couches. Cette confiance, qui ne se lassa point, ne reçut sa récompense qu'au bout de dix-sept années



de recherches, pendant lesquelles la dépense s'était élevée à trois millions. L'application de ce principe vient de rendre un nouveau service à l'industrie. Voici le fait : Dans le premier volume de l'explication de la carte géologique de la France, publiée en 1841 (p. 704 et 705), M. Elie de Beaumont donnait l'espérance que le terrain houiller s'étendait sous une partie notable du département de la Moselle. Il disait même qu'il y aurait peut-être lieu d'y faire des recherches par voie de sondage, non dans une localité restreinte comme celle de Schneenecken, mais en les dispersant sur l'espace compris entre Sarrebruck, Metz et Sierck, suivant une combinaison basée sur l'allure des couches houillères dans l'ensemble du bassin de Sarrebruck. M. Jacquot, ingénieur des mines à Metz, avait aussi démontré théoriquement la présence des couches carbonifères sous le sol du département de la Moselle. Les espérances basées sur ces études viennent d'être réalisées par les recherches de deux habiles praticiens, MM. Mulot père et fils. En effet, en date du 10 juin, ils annonçaient avoir découvert deux veinules de charbon à Creutzwald et à Carling à 193^{m} et à 153^{m} de profondeur. Ils espéraient rencontrer d'un jour à l'autre une couche de houille exploitable. Cet espoir n'a pas tardé à être changé en certitude. En date du 25 juillet dernier, MM. Mulot écrivaient à M. Elie de Beaumont que leurs sondes venaient de traverser à Carling une couche de houille de 1^{m},72 de puissance à la profondeur de 183^{m},85; et à Creutzwald deux couches de même nature, l'une de 0^{m},95 placée à 213^{m} au-dessous de la surface, l'autre placée à 216^{m},89 de profondeur n'avait pas encore été traversée par la sonde qui y avait pénétré de 0^{m},90.

Des statistiques indiquent que la découverte des mines de houille des environs de Valenciennes, a peu à peu groupé autour de cette ville un nombre de manufactures, d'usines et de fabriques tel, qu'il est le douzième de celui qui représente l'ensemble des manufactures de toute la France. Il n'est donc pas douteux que la découverte qui vient d'être faite dans le département de la Moselle ne soit un heureux présage pour cette contrée.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1854.

Le 2, quelques coups de tonnerre à l'O., à 3 h. 30 m.; l'orage passe le long du Jura, dans la direction du N. au S.

» 6, faible halo solaire à plusieurs reprises dans l'après-midi; halo lunaire dans la soirée.

» 14, faible halo solaire à plusieurs reprises, depuis 8 h. 30 m. du matin jusqu'à 3 h.

» 17, toute la soirée, éclairs de chaleur à l'O.

» 19, faible halo solaire à plusieurs reprises dans la journée; dans la soirée, de 9 h. à 9 h. 20 m., le ciel étant parfaitement clair, on a aperçu une lueur très-extraordinaire à l'E., au-dessus des Voirons; cette lueur assez brillante ressemblait à celle qui est produite par la pleine lune au-dessous de l'horizon, quelques minutes avant son lever. Cette lueur a été déjà aperçue par quelques personnes, les deux jours précédents, à la même heure, on n'en a plus vu de traces les jours suivants, le temps étant toujours favorable.

» 22, éclairs toute la soirée au SE.

» 24, faible gelée blanche.

Ce mois de septembre est très-remarquble par la sécheresse; de tout le mois il n'est pas tombé une goutte d'eau; du 19 août au 3 octobre, pendant un intervalle de 45 jours, il n'est tombé que 4 dixièmes de millimètre de pluie, le 25 août.

Température du Rhône:

1re décade,	+18°,70
2me »	+18°,37
3me »	+17°,32
Mois	+18°,08

Maximum, le 4 et le 6, + 19°,35. Minimum, le 8 + 16°,35.



GENÈVE. — Septembre 1864.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les 24 h	VENT	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre à midi.
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.		dominant.		
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	730,80	730,18	729,46	730,36	+17,2	+22,0	+25,5	+20,5	+10,4	+25,9	0,80	0,63	0,54	0,84	»	N. 1	0,03	54,0
2	732,39	732,15	731,31	731,82	+17,7	+23,0	+22,0	+19,7	+11,9	+24,1	0,81	0,56	0,68	0,74	»	N. 1	0,26	53,5
3	731,86	731,83	730,82	731,74	+16,3	+19,6	+20,8	+18,0	+15,3	+20,9	0,75	0,67	0,62	0,65	»	N. 1	0,31	53,0
4	733,02	732,37	730,85	731,30	+14,8	+18,0	+20,3	+18,4	+12,1	+20,7	0,62	0,65	0,63	0,74	»	N. 1	0,29	53,0
5	733,17	732,85	731,57	732,27	+15,5	+20,0	+22,5	+17,6	+10,1	+22,9	0,84	0,60	0,51	0,80	»	N. 1	0,12	52,5
6	733,01	732,13	730,87	730,89	+16,2	+20,0	+22,3	+18,0	+10,0	+22,5	0,77	0,56	0,51	0,75	»	N. 1	0,34	52,0
7	729,89	728,55	726,49	726,62	+16,2	+20,6	+23,0	+18,4	+11,0	+23,8	0,81	0,62	0,51	0,63	»	N. 1	0,47	51,0
8	725,55	724,43	722,93	723,95	+15,4	+19,3	+20,5	+15,9	+ 9,7	+21,2	0,69	0,60	0,51	0,62	»	N. 2	0,17	50,0
9	725,52	725,16	724,79	725,69	+11,0	+14,9	+17,2	+14,8	+ 9,5	+21,1	0,62	0,50	0,42	0,49	»	N. 2	0,19	50,0
10	728,14	728,37	728,29	729,50	+10,5	+14,7	+17,5	+11,8	+ 8,3	+17,8	0,61	0,50	0,41	0,56	»	N. 1	0,02	49,0
11	731,65	731,43	730,16	730,68	+10,2	+16,2	+17,9	+13,4	+ 3,6	+18,9	0,71	0,49	0,63	0,80	»	N. 1	0,00	48,0
12	732,34	731,71	730,50	731,47	+12,6	+19,3	+20,4	+16,2	+ 6,1	+24,7	0,78	0,53	0,71	0,75	»	variab.	0,02	48,0
13	732,52	731,35	730,48	730,97	+14,8	+21,7	+21,0	+15,9	+ 8,7	+22,6	0,74	0,53	0,61	0,75	»	N. 1	0,03	48,0
14	731,71	730,48	729,27	730,18	+14,1	+24,0	+25,4	+20,2	+ 9,4	+27,6	0,80	0,49	0,40	0,58	»	SSO. 1	0,42	47,0
15	731,34	730,99	730,11	730,95	+18,6	+27,0	+27,5	+19,0	+13,1	+29,3	0,62	0,38	0,37	0,78	»	variab.	0,32	47,0
16	732,30	731,02	729,23	729,46	+18,2	+23,6	+22,1	+18,4	+12,8	+23,8	0,73	0,60	0,64	0,72	»	N. 1	0,07	47,0
17	728,98	728,01	726,88	728,77	+18,4	+24,6	+24,8	+20,7	+12,7	+25,9	0,74	0,49	0,43	0,52	»	SSO. 2	0,00	46,0
18	732,15	732,07	731,28	732,59	+18,6	+20,5	+20,9	+17,2	+14,1	+21,9	0,55	0,59	0,54	0,68	»	NNE. 1	0,40	46,0
19	733,47	732,81	731,47	731,92	+13,2	+18,5	+20,7	+15,2	+ 8,3	+21,2	0,81	0,68	0,39	0,58	»	N. 1	0,20	45,5
20	730,96	729,83	728,06	728,78	+13,7	+21,1	+20,7	+17,4	+ 7,9	+26,1	0,75	0,47	0,72	0,85	»	N. 1	0,00	45,0
21	728,40	727,16	726,21	726,93	+14,0	+21,5	+22,2	+17,4	+ 8,8	+25,4	0,76	0,47	0,40	0,58	»	N. 1	0,31	45,0
22	729,72	729,73	729,46	730,86	+13,2	+14,9	+14,2	+11,4	+10,8	+16,8	0,47	0,41	0,44	0,52	»	NNE. 2	0,51	44,0
23	732,90	733,33	733,82	735,11	+ 9,9	+13,2	+11,9	+ 8,6	+ 6,9	+13,3	0,50	0,39	0,45	0,63	»	NNE. 1	0,63	43,0
24	735,20	734,31	733,32	732,92	+ 6,8	+14,1	+16,9	+11,1	+ 1,4	+17,4	0,77	0,51	0,47	0,73	»	variab.	0,32	42,0
25	732,34	731,18	730,27	731,01	+ 9,6	+17,1	+17,8	+14,1	+ 3,6	+18,8	0,82	0,53	0,58	0,57	»	N. 1	0,33	41,0
26	732,07	731,48	730,71	731,81	+10,7	+14,6	+15,1	+12,6	+ 8,8	+15,8	0,62	0,55	0,49	0,53	»	NNE. 3	0,11	39,0
27	734,48	733,98	732,84	733,20	+ 8,7	+13,1	+15,7	+10,7	+ 3,0	+15,9	0,73	0,60	0,49	0,65	»	N. 1	0,00	38,0
28	734,62	733,52	731,26	731,47	+ 7,8	+14,0	+16,6	+10,6	+ 3,5	+16,9	0,80	0,54	0,46	0,78	»	N. 1	0,29	37,0
29	731,22	729,83	728,24	728,68	+ 7,8	+14,7	+16,8	+11,2	+ 3,4	+17,1	0,86	0,61	0,60	0,77	»	N. 1	0,02	35,0
30	730,27	729,80	728,77	729,78	+ 8,4	+15,8	+18,0	+11,6	+ 5,6	+18,8	0,83	0,58	0,42	0,61	»	variab.	0,00	34,0

Moyennes du mois de Septembre 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	730,16	730,36	730,32	729,80	729,21	728,74	728,76	729,41	729,67
2e »	731,39	731,74	731,67	730,97	730,19	729,74	729,84	730,58	730,81
3e »	731,81	732,12	732,07	731,41	730,70	730,49	730,62	731,18	731,48
Mois...	731,12	731,41	731,35	730,73	730,03	729,66	729,74	730,39	730,65
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+11,57	+15,08	+17,29	+19,21	+20,73	+21,16	+19,84	+17,31	+14,92
2e »	+10,47	+15,24	+19,00	+21,63	+23,02	+22,14	+19,85	+17,36	+15,49
3e »	+ 6,07	+ 9,69	+13,37	+15,30	+16,36	+16,51	+14,83	+11,93	+10,12
Mois...	+ 9,37	+13,34	+16,55	+18,71	+20,04	+19,94	+18,17	+15,53	+13,51
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	8,71	9,55	9,50	9,93	9,97	10,17	10,28	10,62	9,54
2e »	8,42	9,32	9,81	10,10	9,80	10,64	10,62	10,27	9,78
3e »	5,95	6,38	6,50	6,80	6,74	6,76	6,89	6,63	6,60
Mois....	7,69	8,42	8,60	8,94	8,84	9,19	9,26	9,17	8,64
				Fraction de saturation.					
1re décade,	0,85	0,73	0,63	0,59	0,54	0,53	0,58	0,70	0,74
2e »	0,88	0,72	0,60	0,52	0,47	0,54	0,62	0,70	0,75
3e »	0,85	0,72	0,56	0,52	0,48	0,48	0,55	0,64	0,71
Mois . .	0,86	0,72	0,60	0,54	0,50	0,52	0,58	0,68	0,73

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+10,83	+22,09	0,22	0,0	51,8
2e »	+ 9,87	+24,20	0,15	0,0	46,7
3e »	+ 5,38	+17,62	0,25	0,0	39,8
Mois....	+ 8,69	+21,30	0,21	0,0	46,1

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,47 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 0°,6 O. et son intensité est égale à 46 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1854.

Le 16, la neige a disparu entièrement du Vallon, dit la Combe, au pied du Mont-Mort. L'on ne se souvient pas de l'avoir vu fondre entièrement avant cette année. Nous voyons partout, dans les environs de l'Hospice, beaucoup moins de neige qu'à l'ordinaire.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMÈTRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4 h.s.	8 h.s			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	572,50	572,87	572,85	573,37	+ 7,5	+12,3	+10,7	+ 7,9	+ 5,9		79	76	77	82	»	NE. 1	0,24
2	573,53	573,45	573,45	573,56	+ 8,2	+10,5	+ 9,4	+ 6,5	+ 3,8		80	63	71	79	»	NE. 1	0,26
3	572,62	572,66	572,11	572,62	+ 6,7	+ 8,8	+ 8,3	+ 6,7	+ 4,5		83	81	78	82	»	NE. 1	0,66
4	572,47	572,75	572,35	572,85	+ 5,0	+ 5,5	+ 5,5	+ 4,3	+ 3,0		91	91	90	93	»	SO. 1	0,87
5	572,78	573,17	573,13	573,47	+ 5,6	+11,3	+11,3	+ 8,5	+ 1,3		84	82	79	83	»	SO. 1	0,00
6	573,30	573,37	572,58	572,55	+ 6,0	+11,0	+ 8 0	+ 6,5	+ 4,6		83	80	84	89	»	SO. 1	0,28
7	570,74	570,05	569,35	569,05	+ 5,6	+ 8,3	+ 8,3	+ 5,1	+ 4,0		91	85	80	91	»	NE. 2	0,61
8	566,00	565,68	564,95	565,02	+ 4,4	+ 7,6	+ 4,8	+ 4,0	+ 2,7		85	78	90	95	»	NE. 2	0,51
9	564,38	564,47	564,65	565,27	+ 4,0	+ 6,5	+ 4,8	+ 3,0	+ 1,4		77	65	74	80	»	NE. 1	0,04
10	566,24	567,17	568,16	568,77	+ 3,0	+ 5,5	+ 3,5	+ 2,5	+ 2,0		92	83	79	82	»	NE. 1	0,00
11	570,09	570,86	571,00	571,52	+ 5,5	+ 8,3	+ 7,4	+ 6,0	+ 0,5		84	74	73	73	»	NE. 1	0,00
12	572,00	572,35	572,28	572,47	+ 7,6	+ 9,8	+10,4	+ 6,4	+ 2,3		83	82	81	85	»	calme.	0,00
13	572,19	572,38	572,33	572,47	+ 6,0	+ 9,3	+ 7,5	+ 6,0	+ 3,1		87	82	85	85	»	variab.	0,07
14	572,35	572,45	572,33	572,53	+ 5,8	+ 9,8	+ 9,4	+ 7,0	+ 3,2		87	86	81	86	»	variab.	0,31
15	573,20	573,67	573,61	574,13	+ 9,3	+11,0	+10,3	+ 8,5	+ 5,5		87	82	82	82	»	NE. 1	0,40
16	574,74	574,71	574,17	574,21	+ 9,5	+14,0	+14,2	+10,4	+ 6,5		86	86	82	83	»	SO. 1	0,13
17	572,83	572,26	571,30	571,70	+ 8,9	+12.3	+10,5	+ 8,2	+ 5,8		97	87	82	88	»	SO. 1	0,04
18	571,42	571,69	571,85	572,26	+ 3,9	+ 7,8	+ 6,4	+ 4,8	+ 3,0		90	87	86	87	»	NE. 1	0,38
19	572,75	573,15	573,23	573,78	+ 8,4	+10,6	+ 8,8	+ 8,7	+ 3,5		90	76	82	73	»	NE. 1	0,14
20	573,08	573,15	572,48	572,20	+10,5	+13,5	+14,1	+ 9,8	+ 7,3		85	82	82	82	»	SO. 1	0,00
21	569,46	568,44	567,86	567,66	+ 6,1	+ 8,2	+ 5,9	+ 3,3	+ 2,9		87	86	87	92	»	NE. 2	0,56
22	565,86	565,91	565,56	565,64	0,0	− 2,2	− 3,7	− 5,0	− 5,8		94	94	93	94	0,8	NE. 2	1,00
23	565,62	566,24	567,21	567,83	− 7,0	− 6,3	− 6,0	− 6,7	− 8,2		90	87	89	93	»	NE. 2	0,51
24	569,64	570,51	570,81	571,66	− 3,9	+ 0,1	+ 0,5	+ 1,8	− 6,9		84	86	88	90	»	NE. 2	0,17
25	570,09	569,79	569,18	569,28	+ 2,3	+ 4,8	+ 3,4	+ 1,0	0,0		86	85	93	96	»	NE. 2	0,46
26	568,57	569,17	569,26	569,80	+ 1,4	+ 4,3	+ 2,5	+ 3,5	− 1,8		83	86	82	70	»	NE. 1	0,04
27	570,51	571,07	570,98	571,42	+ 3,8	+ 5,3	+ 3,0	+ 1,4	+ 0,1		69	75	86	88	»	NE. 1	0,11
28	570,82	570,99	570,39	570,36	− 0,2	+ 3,6	+ 5,6	+ 1,8	− 3,0		72	86	87	83	»	variab.	0,34
29	568,61	568,35	567,89	568,33	+ 1,1	+ 4,2	+ 2,4	+ 1,6	− 1,0		88	85	87	90	»	NE. 1	0,00
30	568,07	568,51	568,73	569,43	0,0	+ 4,3	+ 2,5	+ 2,5	− 2,0		91	86	87	87	»	NE. 2	0,11

Moyennes du mois de Septembre 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	570,25	570,46	570,57	570,56	570,38	570,35	570,45	570,65	570,74
2e »	572,26	572,46	572,76	572,67	572,52	572,46	572,52	572,73	572,94
3e »	568,49	568,73	568,99	568,90	568,79	568,79	568,88	569,14	569,25
Mois...	570,33	570,55	570,77	570,71	570,56	570,53	570,62	570,84	570,98

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h s.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	+ 4,59	+ 5,60	+ 7,33	+ 8,73	+ 8,71	+ 7,46	+ 6,55	+ 5,50	+ 5,35
2e »	+ 5,44	+ 7,54	+ 8,72	+10,64	+10,99	+ 9,90	+ 8,48	+ 7,58	+ 7,32
3e »	− 0,63	+ 0,36	+ 1,36	+ 2,63	+ 2,46	+ 1,61	+ 1,20	+ 0,52	+ 0,28
Mois...	+ 3,43	+ 4,50	+ 5,80	+ 7,33	+ 7,39	+ 6,32	+ 5,41	+ 4,53	+ 4,32

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h s.
1re décade,	86,6	84,5	81,9	78,4	78,1	80,2	82,3	85,6	85,5
2e »	85,1	86,6	82,7	82,4	81,6	81,4	82,3	82,4	84,3
3e »	89,4	86,4	85,1	85,6	84,6	87,9	89,6	87,3	89,1
Mois...	87,0	85,8	83,2	82,1	81,4	83,2	84,8	85,1	86,3

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	o	o		mm
1re décade,	+ 3,32	—	0,35	0,0
2e »	+ 4,07	—	0,15	0,0
3e »	− 2,57	—	0,33	0,8
Mois...	+ 1,61	—	0 27	0,8

Dans ce mois, l'air a été calme 16 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 4,55 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 74 sur 100.



ARCHIVES
DES
SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

Examen des anomalies ou exceptions apparentes que présente la loi électrolytique de Faraday.

M. Buff [1] et M. Soret [2] sont dernièrement parvenus à démontrer l'exactitude de la loi trouvée par Faraday, savoir qu'une même quantité d'électricité décompose un équivalent des corps composés qu'elle traverse. Nous avons déjà inséré dans ces *Archives* les recherches de ces deux physiciens, qui, quoique restreintes à un petit nombre de corps, n'en sont pas moins démonstratives par la précision et la rigueur des expériences.

Aujourd'hui nous venons faire connaître à nos lecteurs les travaux récents au moyen desquels on a réussi à expliquer certaines anomalies ou exceptions apparentes à la généralité de la loi électrolytique. Ces anomalies sont de deux sortes; les premières consistent dans la propriété que, suivant Faraday, certains corps composés posséderaient de conduire l'électricité sans être décomposés; les secondes sont relatives à une inégalité de puissance de décomposi-

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXII, p. 344.
[2] *Idem*, tome XXVII, p. 113.

tion et de transport qui existerait, suivant plusieurs physiciens, entre les deux pôles d'une pile voltaïque dont le courant traverse un électrolyte. Nous allons successivement examiner les deux genres d'anomalies.

Première anomalie. — Y a-t-il des corps composés qui transmettent le courant sans être décomposés ?

M. Faraday avait signalé trois corps, le sulfure d'argent, le biiodure de mercure et le fluorure de plomb comme capables de conduire le courant, quand on élevait leur température, sans être décomposés. Ces exceptions et d'autres analogues ont disparu, grâce aux recherches de M. Hittorff[1] et aux travaux plus récents de M. Beetz[2].

M. Hittorff avait trouvé que le sulfure d'argent est décomposé, même à la température ordinaire ; il se forme à l'électrode négatif une tache brillante d'argent métallique qui demeure toujours assez petite pour que le soufre déposé à l'électrode positif ne tarde pas à arrêter le courant, à moins que cet électrode ne soit d'argent ou d'un autre métal capable de se combiner avec le soufre. Si on opère à une température élevée, le sulfure devient aussi bon conducteur qu'un métal, et cependant, même après une expérience de longue durée, il n'y a qu'une petite quantité de sulfure qui s'est décomposée ; l'argent réduit est loin d'être équivalent à l'hydrogène dégagé dans un voltamètre placé dans le même circuit. Cela tient à ce que l'argent amené par le courant à l'état métallique finit, en formant de petites aiguilles qui sont liées les unes aux autres, à établir entre les deux électrodes une communication mé-

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* tome XXXIV, p. 124.
[2] *Annalen der Physik,* nº 7, 1854, p. 452.

tallique par laquelle le courant passe presque en entier. Il est vrai que cet accroissement de conductibilité disparaît quand le sulfure revient à la température ordinaire; mais cet effet est dû à la rupture de la communication métallique opérée par le refroidissement de la masse. Il est, en effet, impossible d'admettre que le sulfure puisse, à une température élevée, transmettre le courant sans être décomposé; car si l'on prend pour électrode positif une plaque de zinc ou de tout autre métal qui ne puisse se combiner avec le soufre, il se dépose toujours du soufre à cet électrode, quelle que soit la température à laquelle on fait l'expérience. Le sulfure d'argent ne cesse donc jamais d'être décomposable par le courant, et le grand accroissement de conductibilité qu'il présente à de hautes températures quand l'électrode positif est d'argent ou de platine, ne tient qu'à l'établissement d'une communication métallique directe entre les deux électrodes.

Le sous-sulfure de cuivre et le proto-sulfure d'étain présentent les mêmes phénomènes que le sulfure d'argent. M. Hittorff, en opérant sur le premier de ces sulfures mis à l'abri du contact de l'air pour éviter l'action de l'oxygène sur lui, a observé que sa conductibilité s'accroît rapidement à mesure que sa température s'élève; il a reconnu, après que le courant l'a traversé quelque temps, qu'il y a du cuivre libre à l'électrode négatif, et que le soufre dégagé au positif avait fait passer le sous-sulfure à l'état de monosulfure. La formation de ce monosulfure, qui est conducteur, et la manière dont le cuivre se dépose à l'électrode négatif en minces filaments qui s'avancent vers le positif, diminuent notablement la longueur de la colonne de sulfure traversée réellement par le courant et expliquent l'accroissement considérable de conductibilité qui se

manifeste et qui n'est détruit qu'en partie quand on revient à la température ordinaire.

M. Beetz vient également de constater que le biiodure de mercure est décomposé par le courant dès qu'il est capable de le transmettre. Dans ce but, après avoir purifié ce composé par une double sublimation, il l'a introduit dans un tube de verre qu'il avait bien desséché et dont il avait fermé les deux bouts à la lampe après y avoir introduit deux fils de platine pour mettre le biiodure dans le circuit où il avait également placé un galvanomètre à une seule aiguille peu sensible, et un voltamètre chargé d'un sel d'argent. Le biiodure était chauffé dans un bain de sable ; à 100° il commença à devenir conducteur en même temps qu'il acquérait la couleur jaune et qu'il éprouvait un commencement de fusion. La polarisation qu'acquièrent les électrodes indique qu'il y avait déjà décomposition ; le biiodure étant devenu tout à fait liquide, M. Beetz y fit passer un courant pendant quatorze heures, en ayant soin de maintenir la même température pendant tout ce temps ; l'aiguille du galvanomètre conserva la même déviation, et on trouva à la fin de l'expérience $0^{g},162$ d'argent réduit au voltamètre. Toutefois le tube qui contenait le biiodure ayant été brisé, on ne put apercevoir aucune trace de mercure au pôle négatif ; mais la masse était devenue noire autour du pôle positif, et en en jetant quelques fragments sur un papier imprégné d'amidon, on vit paraître la couleur violette qui indiquait la présence de l'iode pure, tandis qu'il se formait du protoiodure au pôle négatif. Il était difficile de déterminer exactement la proportion d'iode dégagée ; cependant M. Beetz put juger approximativement qu'elle était inférieure à ce qu'elle aurait dû être d'après la quantité d'argent réduit dans

le voltamètre; ce qui tient très-probablement à ce qu'une partie de l'iode se recombine avec le protoiodure qui existe toujours mélangé avec le biiodure, et aussi avec celui même que produit l'électrolyse.

Le fluorure de plomb avait été également cité par Faraday comme un exemple des corps composés qui peuvent devenir conducteurs par la simple élévation de la température même avant d'être fondus et sans éprouver de décomposition. M. Beetz a constaté d'une manière positive que ce composé est électrolysé dès que le courant le traverse. En effet, les lames de platine qui servent à le mettre dans le circuit sont polarisées comme avec le biiodure, et à mesure qu'il entre en fusion, on voit des bulles d'un gaz incolore se dégager au fil positif qui est en même temps fortement attaqué, et une masse grisâtre qui est un alliage de plomb et de platine se forme au négatif. L'aiguille du galvanomètre placée dans le circuit garde la même déviation pendant tout le temps que dure l'électrolysation du fluorure, et la quantité d'argent qui est réduit dans le voltamètre comparé au poids du plomb obtenu, indique que le fluorure obéit à la loi électrolytique des équivalents.

M. Beetz a encore soumis à l'expérience deux composés siliceux, le verre soluble de Fuchs et le verre ordinaire. Les deux substances se sont montrées conductrices bien au-dessous de leur point de fusion, et leur décomposition électro-chimique a été manifestée, soit par la polarisation des électrodes, soit par la réaction légèrement alcaline qui s'est développée autour du pôle négatif.

M. Beetz avait également voulu vérifier si, ainsi que M. Inglis et M. Palmieri l'ont avancé, l'iode qui, comme on le sait, ne transmet pas les courants électriques à la température ordinaire deviendrait apte à les propager



quand il serait fondu. Il a effectivement trouvé que l'iode liquéfié par la chaleur laisse passer un courant capable de dévier un galvanomètre de 15°. Mais cette conductibilité est-elle analogue à celle des métaux, du mercure, par exemple, ou est-elle électrolytique ! Pour le savoir, M. Beetz fit communiquer les deux fils de platine qui avaient servi d'électrode dans l'iode fondu, avec les extrémités d'un galvanomètre, et il obtint un courant qui indiquait que les fils avaient été polarisés, ce qui lui prouva que la légère conductibilité de l'iode fondu tient à ce qu'il renferme quelque composé électrolysable, tel qu'un peu d'acide hydriodique, mais en trop petite quantité pour qu'il soit possible d'en déterminer la nature avec quelque certitude.

En résumé, les recherches de M. Hittorff et celles de M. Beetz nous amènent à faire disparaître les exceptions aux deux lois générales suivantes : 1° qu'il n'y a aucun corps élémentaire dont le pouvoir conducteur soit augmenté par l'effet de l'élévation de la température ; 2° que les composés dont la conductibilité s'accroît avec la température éprouvent tous la décomposition électro-chimique par le passage du courant.

Seconde anomalie. — Y a-t-il une inégalité de puissance électrolytique entre les deux pôles d'une pile voltaïque ?

Nous avons déjà signalé, il y a longtemps, les expériences par lesquelles Daniell et Miller[1], d'une part, et Pouillet[2] d'une autre, avaient conclu cette inégalité d'ex-

[1] *Archives de l'Électricité,* tome I, p. 594, et tome IV, p. 259.
[2] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris,* t. XX, p. 1544.

périences dans lesquelles, en décomposant des sels métalliques, ils avaient trouvé que le métal réduit n'était, dans bien des cas, formé que par l'une des portions de la dissolution électrolytique, tantôt celle en contact avec le pôle négatif, tantôt, au contraire, celle où plongeait l'électrode positif. Ainsi, Daniell avait observé, en se servant de son appareil à deux cellules, qu'il remplissait de sulfate de cuivre ou de sulfate de zinc, que tout le cuivre ou le zinc déposé à l'électrode négatif vient uniquement du sulfate contenu dans la cellule où plonge cet électrode. Il suffit, pour s'en assurer, de précipiter le cuivre qui reste dans cette partie de la solution et de joindre son poids à celui du cuivre déposé sur l'électrode, et l'on trouve exactement un poids égal à celui du cuivre que contenait primitivement la solution. La membrane qui sépare le vase en deux compartiments n'est pour rien dans le phénomène, aussi on peut la remplacer sans rien changer au résultat par un tube en syphon rempli du liquide. M. Pouillet a fait une observation du même genre en étudiant la décomposition du chlorure d'or placé dans une série de tubes en U, dont la partie inférieure plus étroite ne permet pas aux liquides qui remplissent les deux branches parallèles de se mêler facilement. En unissant les colonnes liquides des tubes successifs par des fils de platine, et en faisant communiquer les colonnes extrêmes l'une avec l'électrode positif, l'autre avec le négatif, il a remarqué que lorsque le courant avait passé un certain temps, toutes les branches négatives des tubes étaient moins colorées que les positives, de l'or s'étant déposé sur le fil négatif sans trace de dégagement d'hydrogène et du chlore s'étant dégagé sans oxygène autour du fil positif. Il était, de plus, facile de constater que, tandis que le liquide de la branche positive con-

tenait autant de chlorure d'or qu'au commencement de l'expérience, celui de la branche négative en avait perdu une quantité précisément correspondante au poids de l'or déposé. Il semblerait résulter que la puissance décomposante appartient exclusivement à l'électrode négatif.

Mais M. Hittorff, dans un travail plus récent[1], était parvenu à un résultat encore plus général, en montrant que la proportion du métal réduit par l'électrolysation, qui est fournie respectivement par la partie du liquide en contact avec l'électrode négatif et par celle où plonge le positif, est toujours la même pour une même dissolution, quelle que soit la force du courant, voire même la nature et le degré de concentration de cette dissolution. L'appareil dont il a fait usage se compose, comme celui de Daniell, d'un vase en verre cylindrique, séparé en deux compartiments, non par un diaphragme poreux, mais par une rondelle de verre d'un diamètre moindre que celui du vase, de façon qu'il reste entre le bord de cette rondelle et la paroi intérieure du vase une couche liquide que le courant puisse traverser. Le vase tout entier est rempli de la même dissolution, l'électrode positif plongeant dans l'un des compartiments et le négatif dans l'autre; l'appareil est disposé de façon qu'on puisse le séparer en deux pièces correspondantes aux deux compartiments, et à ce qu'au moyen d'une rondelle en verre qu'on introduit entre elles, il soit facile de conserver, sans qu'ils se mélangent, les liquides contenus dans chacun. Le vase cylindrique est placé verticalement; l'électrode positif qui est dans sa partie inférieure est fait, dans chaque cas, du métal qui sert de base au sel soumis à l'électrolysation, et le négatif est

[1] *Annalen der Physik*, tome LXXXIX, n° 6, 1853.

d'argent et a la forme d'un petit cône dont le sommet est en haut, afin de mieux retenir le dépôt métallique. Après chaque expérience on pesait ce dépôt, puis on déterminait le poids du métal perdu par la portion de liquide renfermée dans le compartiment négatif, on retranchait ce second poids du premier, ce qui donnait la quantité de métal qui, fournie par le compartiment positif, avait été transportée de l'électrode positif au négatif. Le rapport entre cette quantité et la quantité totale de métal déposé, donnait la proportion du métal transporté.

Voici d'abord les résultats obtenus avec des dissolutions de cuivre à divers degrés d'intensité.

Densité de la dissolution.	Quantité de sulfate de cuivre par rapport à l'eau.	Proportion de cuivre transportée.
1,1521	1 sulfate de cuivre pour 6,35 eau.	27,6 %
1,0553	1 » pour 18,08 »	32,5 %
1,0254	1 » pour 39,67 »	35 %

On a opéré exactement de la même manière, sur des dissolutions d'acétate, de nitrate et de sulfate d'argent, et l'on a trouvé à la suite d'un grand nombre d'expériences faites avec beaucoup de soin, que la proportion d'argent transportée de l'électrode négatif au positif avait été :

pour l'acétate, de. . 62,6 %
pour le nitrate, de . 47,4 %
pour le sulfate, de . 44,6 %

Il est à remarquer que, quoique les quantités absolues fussent quelquefois très-différentes, d'une expérience à l'autre, les rapports variaient très-peu de ceux indiqués ci-dessus, qui sont la moyenne des résultats obtenus pour chaque sel. La durée de l'expérience n'était pas toujours

la même, mais il n'en résultait pas de changement notable dans la valeur des rapports trouvés.

Quand le métal, dans son dépôt à l'électrode négatif, est accompagné d'un dégagement d'hydrogène, on peut être certain qu'une partie tout au moins de ce métal est à l'état d'oxyde, c'est ce que Hittorff a vérifié en employant pour électrolyte une dissolution bien neutre de sulfate de fer; le poids du fer déposé à l'électrode négatif s'est trouvé supérieur à celui qui résultait en vertu de la loi des équivalents de la décomposition du nitrate d'argent placé dans le même circuit; en effet, en précipitant par l'ammoniaque, après l'avoir dissous dans l'eau régale, le dépôt de fer qui pesait $1^{gr.},3625$, on trouva que le fer proprement dit n'entrait dans ce poids que pour $0^{gr.},9542$, nombre bien peu différent de 0,9537, calculé d'après l'équivalent d'argent déposé par le même courant.

Un fait encore assez important à noter, c'est que quand le nitrate d'argent est dissous dans l'alcool au lieu de l'être dans l'eau, ce qui le rend beaucoup plus mauvais conducteur et fait durer l'opération beaucoup plus longtemps, on ne trouve que 43 °/₀ d'argent transporté de l'électrode positif au négatif, au lieu de 47,4 °/₀.

Les faits divers que nous venons de rapporter prouvent, suivant nous, ou une différence de pouvoir dans les pôles, comme le croit M. Pouillet, ou, comme semble le présumer M. Hittorff, une faculté de transport variable avec la nature de la combinaison soumise à l'électrolysation, et dépendant, jusqu'à un certain point, de l'affinité qui unit ses éléments. Ils sont uniquement l'effet de la non-homogénéité des liquides soumis à l'expérience, d'où résulte que le courant ne décompose pas seulement le sel dissous, mais décompose aussi l'eau plus ou moins acidulée qui se trouve dans la dissolution.

M. d'Almeida a fait voir, en effet[1], que dans l'électrolysation d'un sel dissous, le dépôt du métal, du cuivre, par exemple, à l'électrode négatif, peut provenir de deux sources, ou de l'électrolyse directe du sel, ou d'une action secondaire, savoir la réduction opérée au moyen de l'hydrogène naissant dû à la décomposition de l'eau. Si la dissolution est parfaitement neutre, et surtout si elle reste neutre pendant toute la durée de l'expérience, le métal déposé à l'électrode négatif provient presque entièrement de la décomposition directe du sel ; si la dissolution est acidulée, l'hydrogène naissant est la cause principale de la réduction du sel. M. d'Almeida a vérifié l'exactitude de sa règle générale, en opérant sur des dissolutions de nitrates d'argent et de cuivre, de sulfates de cuivre, d'argent et de zinc ; il y a seulement une très-grande difficulté à maintenir une dissolution neutre pendant toute la durée de l'électrolyse. La dissolution soumise à l'expérience, par exemple une dissolution neutre de nitrate d'argent, est placée dans deux vases distincts qui communiquent entre eux par une très-petite ouverture, comme dans les tubes de M. Pouillet. Dans l'un des vases plonge une lame de platine servant d'électrode négatif ; dans l'autre une lame d'argent qui est l'électrode positif. Le courant passe pendant 48 heures ; au bout de ce temps, on trouve 140 milligrammes d'argent déposés à l'électrode négatif, et l'analyse montre que 73 de ces 140 proviennent de la dissolution qui environne cet électrode, et 67 de l'autre vase ; dans ce cas, la dissolution est aussi neutre que possible, et elle est entretenue à cet état par l'électrode positif en argent, qui se combine à mesure avec l'acide nitrique qui s'y porte. Si la dissolu-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris*, tome XXXVIII, p. 682 (3 avril 1854).



tion est légèrement acide, on trouve que les 140 milligrammes déposés à l'électrode négatif ont été en entier enlevés à la dissolution placée dans le vase où plongeait cet électrode. Il est évident que, dans le premier cas, la décomposition du nitrate d'argent s'est opérée presque uniquement par voie d'électrolyse, puisque, comme cela doit avoir lieu dans ce mode d'après la théorie de Grothus, les éléments déposés aux deux électrodes ont été formés également par les parties de la dissolution en contact avec chacun d'eux. Dans le second cas, au contraire, l'eau acidulée qui est dans la dissolution étant plus conductrice que le nitrate, c'est elle qui est décomposée, et son hydrogène naissant produit la réduction du sel à l'électrode négatif, ce qui fait que le métal réduit est fourni uniquement par le liquide en contact avec cet électrode. M. d'Almeida s'est assuré, en effet, directement, que l'eau acidulée telle qu'elle se trouve dans la dissolution du nitrate, conduirait mieux le courant que cette dissolution à l'état de neutralité.

La même chose se passe dans les expériences de M. Pouillet et dans celles de M. Hittorff. Ainsi, dans les premières, c'est l'acide hydrochlorique qui se trouve toujours dans la dissolution du chlorure d'or qui est décomposé plutôt que le chlorure, qui est plus mauvais conducteur; le chlore se dégage à l'électrode positif, et l'or du chlorure qui entoure l'électrode négatif est réduit par l'hydrogène naissant. Il résulte de cette réduction la formation constante de l'acide hydrochlorique qui remplace ainsi celui qui est décomposé.

Dans les expériences de M. Hittorff, les effets observés sont mixtes, une partie du métal réduit provient de l'électrolyse directe du sel, et l'autre de la réduction par l'hydrogène dû à la décomposition de l'eau acide que renferment

les dissolutions des sels métalliques si souvent et si difficilement neutres. Ce qui prouve l'exactitude de cette explication, c'est que plus la dissolution de sulfate de cuivre est étendue, plus la proportion de cuivre réduit directement par l'électrolyse devient considérable, parce que l'on diminue la force de l'eau acidulée. Il n'est pas certain non plus que, quoique l'électrode positif soit en cuivre dans un sel de cuivre, et en argent dans un sel d'argent, l'acide accumulé autour de cet électrode soit en totalité neutralisé par le métal; il est probable, au contraire, qu'il en reste dans la dissolution à l'état libre, et alors c'est l'eau acidulée qui est décomposée, et son hydrogène contribue en partie à la réduction du métal; ce qui le prouve c'est que, ainsi que le démontrent les résultats numériques consignés plus haut, la proportion du sulfate d'argent décomposée par l'électrolyse directe est moindre que celle du nitrate qui est presque en entier décomposé ainsi, parce que l'acide sulfurique dégagé à l'électrode positif échappe en plus forte quantité que le nitrique à la combinaison avec l'argent. Le seul fait assez singulier, c'est qu'avec l'acétate d'argent la proportion d'argent fournie par le compartiment positif soit plus considérable que celle qui est fournie par le négatif lui-même. Il est probable qu'il y a là quelque mélange des liquides contenus dans les deux compartiments, qu'il en passe en particulier de l'électrode positif au négatif une petite quantité qui augmente ainsi la proportion du sel d'argent qu'on trouve dans le compartiment négatif. Cette explication est d'autant plus probable que cette espèce de transport mécanique n'a lieu d'une manière sensible que lorsque le liquide est conducteur imparfait, ce qui est le cas ici, et ce qui fait durer l'expérience deux fois plus de temps qu'avec les dissolutions de nitrate et de sulfate.

Au reste, cette double origine du métal déposé à l'électrode négatif dans l'électrolyse des sels se reconnaît à l'apparence même du dépôt qui est très-différente suivant que le métal provient de l'électrolyse directe ou de la réduction par l'hydrogène. C'est ce qu'il est facile de constater en se servant de dissolutions plus ou moins acides et plus ou moins épuisées de sulfate de cuivre et de nitrate d'argent. Ainsi M. Smee a vu, en décomposant du sulfate de cuivre au moyen d'un courant de deux couples, le premier dépôt de cuivre être brillant, uni et ductile, c'est celui qui provenait exclusivement de l'électrolysation ; le second était un peu cassant, c'est qu'il y avait déjà mélange du cuivre provenant de l'électrolyse et de celui réduit par l'hydrogène ; enfin le troisième était comme du sable, puis spongieux, il n'y avait à peu près plus que le cuivre réduit par l'hydrogène ; et enfin l'hydrogène gazeux lui-même finissait par paraître ; la liqueur évidemment ne renfermait presque plus de sulfate et était devenue trop acide, et cependant l'électrode positif était de cuivre.

Nous remarquerons encore, en terminant, que l'explication par laquelle M. d'Almeida rend si bien compte de l'apparente inégalité d'électrolysation autour des deux électrodes s'applique aussi bien, ainsi qu'il l'a remarqué lui-même, au cas des sels alcalins qu'à celui des sels métalliques, et qu'elle y trouve même une confirmation remarquable. Ainsi, si après avoir versé des quantités égales de nitrate de potasse dans les deux vases de ses expériences précédentes, il rend acide la dissolution où plonge l'électrode positif, il trouve qu'après la décomposition il n'y a eu qu'une très-faible proportion de cette partie de la dissolution qui ait été décomposée, le courant ayant passé de préférence à travers l'eau acidulée ; c'est, au contraire,

dans le vase négatif que la décomposition du sel a été la plus faible si on a rendu fortement alcaline la dissolution de ce vase.

Maintenant, ce qu'on fait artificiellement s'opère naturellement par l'électrolyse même du sel, qui rend acide la dissolution positive et alcaline la négative; mais, comme en général l'acide des sels dissous (nitrates et sulfates) sont beaucoup plus conducteurs que leurs bases (soude, potasse, etc.), il en résulte que le sel doit subir et subit en effet une décomposition moins abondante dans la partie de la dissolution où est l'électrode positif qui est celle où se rend l'acide. Mais si le sel reste neutre pendant toute la durée de l'expérience, les dissolutions positive et négative fournissent également leur part à l'action électrolysante. Pour obtenir cette neutralité, M. d'Almeida, s'il s'agit par exemple du sulfate de potasse, verse d'avance de la potasse dans le vase positif et de l'acide sulfurique en quantité équivalente dans le négatif avec des volumes égaux de la dissolution saline; puis il fait durer la décomposition jusqu'à ce que les quantités d'acide et de base introduites primitivement se retrouvent en excès du côté opposé à celui où elles avaient été versées; par ce procédé chacune des branches est alcaline pendant la moitié de l'expérience et acide pendant l'autre moitié; l'influence de l'acide et de l'alcali est donc également exercée des deux côtés au moment où l'on arrête la décomposition; c'est comme si la dissolution était restée neutre tout le temps.

SUR LES
VARIATIONS PÉRIODIQUES DU MAGNÉTISME TERRESTRE

Par le P. A. SECCHI [1].

Le savant directeur de l'observatoire du collége romain vient de publier un mémoire d'une haute importance sur le magnétisme terrestre : il a discuté les nombreuses observations qui ont été faites depuis un certain nombre d'années, et il est arrivé à donner une théorie très-simple des variations que subit l'aiguille aimantée.

On nous permettra de passer très-rapidement sur la première partie de ce travail qui contient un résumé historique de toutes les recherches expérimentales qui ont été faites sur ce sujet ; nous donnerons un extrait plus développé de la partie réellement originale du mémoire du Père Secchi.

PREMIÈRE PARTIE.
EXPOSÉ HISTORIQUE.

On connaît assez généralement les immenses recherches sur le magnétisme que le gouvernement anglais a fait exécuter : à l'instigation de M. Alex. de Humboldt, de l'Association britannique et de la Société royale de Londres, il a été établi un certain nombre d'observatoires magnétiques choisis de manière à se trouver dans des circonstances très-différentes d'intensité magnétique et dans des positions

[1] *Corrispondenza scientifica in Roma*, 15 juillet 1854.
Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 9 octobre 1854, p. 687. (Extrait.)



opposées par rapport aux pôles et à l'équateur magnétiques et géographiques.

Le premier de ces observatoires a été construit à Toronto (Canada), et le second à Hobart-Town (terre de Van Diemen). Ces deux stations ont été choisies parce qu'elles sont situées à peu près aux antipodes l'une de l'autre, et qu'elles sont assez rapprochées des points où la force magnétique possède la plus grande intensité.

Le troisième observatoire a été établi au cap de Bonne-Espérance, point important à cause de sa situation à l'extrémité méridionale du continent africain, et parce que les éléments magnétiques y subissent des variations notables.

Enfin le quatrième observatoire a été placé à Sainte-Hélène, entre les deux tropiques, à une petite distance des équateurs magnétique et géographique et dans un lieu où l'intensité magnétique est faible.

Ces observatoires ont été disposés d'après les meilleures conditions scientifiques, munis des instruments les plus précis; en un mot, rien n'a été épargné pour obtenir la plus grande exactitude dans ces recherches. Les observations y ont été poursuivies pendant plusieurs années, et le colonel Sabine a été chargé des nombreux calculs numériques, des réductions et de la publication de ces travaux (9 volumes grand in-4°).

Outre ces gigantesques recherches, il existe beaucoup d'autres observations qui ne sont point à négliger; ce sont, par exemple, celles de l'observatoire de Makerstoun en Ecosse, construit aux frais particuliers du baron sir Th. Mac Dougall Brisbane; puis le vaste réseau d'observatoires magnétiques établis encore à l'instigation de M. de Humboldt dans tout l'empire russe et dont les comptes rendus forment plus de vingt volumes publiés par les soins de

M. Kupffer sous le titre d'*Annuaire magnétique et météorologique du corps des ingénieurs des mines.* — *Saint-Pétersbourg*. Enfin il existe un grand nombre d'observatoires très-importants répandus dans les principales villes d'Europe à la tête desquels il faut placer celui de Greenwich.

Voilà les principales sources auxquelles a puisé le Père Secchi, et l'on verra les belles conclusions qu'il a su faire ressortir de la discussion de ces nombreuses données.

SECONDE PARTIE.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS PAR L'ÉTUDE DES VARIATIONS MAGNÉTIQUES.

Il y a trois espèces de variations magnétiques ; les variations ordinaires et périodiques ; les variations extraordinaires et en apparence irrégulières dans leurs périodes ; enfin les variations appelées *séculaires* parce qu'elles mettent un grand nombre d'années à s'effectuer. Tous les éléments magnétiques, c'est-à-dire la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité, sont soumis à ces changements. C'est la déclinaison qui nous occupera d'abord et les changements qu'elle subit peuvent se réduire à quelques lois principales.

§ I.

Des variations diurnes et annuelles de la déclinaison.

Première loi. — « Les variations diurnes de l'aiguille aimantée suivent dans leur cours le temps du lieu d'observation. »

Explication. Depuis le moment où l'on a découvert les variations diurnes de la déclinaison, on a imaginé que l'aiguille suit le cours du soleil, et, par conséquent, le temps vrai du lieu d'observation ; mais, ensuite au moyen

d'observations comparatives, on a reconnu des variations se produisant au même moment dans divers endroits, et l'on a pensé que les perturbations pourraient être simultanées sur tout le globe terrestre; puis, quand les stations à des distances suffisantes se sont multipliées, on a trouvé que les variations suivent réellement dans leur marche le temps du lieu d'observation.

Il faut remarquer que certains phénomènes météorologiques peuvent être simultanés dans de très-grandes étendues sur la surface du globe, et que si des perturbations magnétiques en sont la conséquence elles seront simultanées pareillement; mais comme il est rare qu'un phénomène météorologique embrasse toute la terre, on observe rarement aussi des perturbations magnétiques générales.

On doit donc distinguer avec soin deux espèces de variations périodiques; les unes suivent rigoureusement le temps du lieu; les autres se présentent dans les mêmes phases de leurs périodes au même moment en temps absolu dans les diverses stations. Nous parlerons plus loin de ces dernières.

On reconnaît et il sera démontré dans la suite que la phase des oscillations diurnes dépend de la position du soleil, plutôt relativement au méridien magnétique que relativement au méridien géographique.

Seconde loi. — « Le pôle de l'aiguille qui se trouve le plus rapproché du soleil exécute une double excursion diurne de la manière suivante: Il se trouve à un maximum d'excursion occidentale quatre ou cinq heures avant que le soleil passe au méridien du lieu, de là il marche vers l'orient avec une vitesse croissante, dont le maximum se présente vers le passage du soleil par le méridien magnétique, et il atteint la limite de son excursion orientale

une ou deux heures après ce passage. Lorsque le soleil s'abaisse pour se coucher, l'aiguille retourne en arrière, et quand le soleil passe au méridien inférieur la même oscillation se répète pendant la nuit, mais avec moins d'amplitude. Les heures limites de ces changements varient avec les saisons; généralement elles s'avancent en été, et se retardent en hiver, et les amplitudes sont en proportion des arcs diurnes et nocturnes. »

Explication. Voici comment le colonel Sabine décrit l'oscillation diurne de Toronto (Observat. de Toronto, tome I, p. 14): « Le pôle nord marche vers l'est de 2 h. à 10 h.[1]; de 10 h. à 14 h. il retourne vers l'ouest: à 14 h., il reprend son mouvement vers l'est jusqu'à 20 h., moment où il est à sa position de maximum oriental. De 20 h. à 2 h., il a un mouvement continu vers l'est. » Quant à Hobart-Town il dit (Hobart-Town, tome I, page 35): « L'extrémité nord de l'aiguille à deux points de rebroussement ou élongations occidentales et deux élongations orientales dans chacune des deux périodes de l'année. D'octobre à février (mois d'été d'Hobart-Town), l'élongation principale est à 2 h. et la plus petite à 15 h. D'avril à août (hiver de Hobart-Town), les heures de ces points de rebroussement deviennent respectivement 3 h. et 16 h. D'octobre à février la limite principale occidentale est entre 20 et 21 h. et la plus petite à 11 h., tandis que d'avril à août les phénomènes correspondants se présentent à 21 h. et à 11 h. Dans les mois équinoxiaux les heures se modifient suivant qu'ils sont plus ou moins éloignés des deux groupes qui ont été cités. » En comparant ces mouvements à ceux qui se produisent à Toronto, il conclut

[1] Les heures sont comptées en temps astronomique partant de midi.



qu'ils sont identiques, mais de signe contraire; seulement il y a habituellement à Toronto une avance sur Hobart-Town.

Pour faciliter les vérifications, on peut établir les corollaires suivants:

Corollaire I. Toutes les variations sont les mêmes dans les deux hémisphères pourvu que l'on change le nom du pôle influencé: ainsi si l'on prend pour type la marche du pôle nord dans l'hémisphère nord, on trouvera des variations identiques pour le pôle sud dans l'hémisphère sud; les variations du pôle nord dans l'hémisphère austral et dans l'hémisphère boréal seront opposées les unes aux autres.

Observation. Pour éviter la confusion des noms des pôles et des hémisphères, et pour plus de commodité dans les désignations, il vaudrait mieux conserver le nom de pôle *marqué* employé anciennement spécialement en Angleterre pour désigner le pôle fondamental auquel tout se rapporte, c'est-à-dire le pôle qui, *chez nous*, regarde le *nord*.

Corollaire II. Comme les points d'inflexion de la courbe diurne dépendent du passage du soleil au méridien magnétique, si deux lieux situés dans l'hémisphère boréal ont des déclinaisons magnétiques opposées, le premier à l'est, le second à l'ouest, les phases du second seront retardées par rapport à celles du premier. Si les deux lieux que l'on considère ne sont pas situés dans le même hémisphère, il faudra tenir compte de cette nouvelle opposition, c'est-à-dire qu'il faudra faire le produit des signes algébriques relatifs à leur position et à leur nom. Cette règle, qui servira plus loin, est une conséquence de l'antagonisme complet qui existe dans les deux hémisphères relativement aux phénomènes magnétiques.

Corollaire III. L'avance et le retard des phases avec les saisons est une conséquence de leur dépendance du méridien magnétique, puisque le soleil pour atteindre à un même azimut du méridien géographique doit décrire, suivant l'époque de l'année, un angle horaire différent qui est plus grand en hiver et plus petit en été.

Observation. — Les deux lois énoncées jusqu'ici ne sont que deux corollaires d'une autre loi plus générale que nous allons exposer.

Troisième loi — « L'excursion diurne de l'aiguille est la somme de deux excursions séparées, dont la première dépend de l'angle horaire, et la seconde de la déclinaison du soleil. Ces deux oscillations, en se superposant d'une manière variable, produisent par leurs interférences tous les phénomènes de variation diurne et annuelle ordinaire. »

Explication. — On représente, en général, les variations de l'aiguille aimantée par une courbe graphique, en prenant les temps pour abscisses et les déviations pour ordonnées. Il n'y a rien, en apparence, de plus bizarre que la courbe qui représente les mouvements de l'aiguille dans un jour pris isolément. Mais la nature ne présentant pas réellement d'irrégularités, on peut présumer que cette bizarrerie apparente est le résultat de périodes fixes et de causes que nous ne connaissons pas.

Si l'on étudie les courbes tracées par le colonel Sabine, on arrive aux conclusions suivantes :

A Toronto, 1° pendant toute l'année l'aiguille se trouve à l'est de sa position moyenne, à 8 heures du matin, et à l'ouest à 2 heures après midi ; 2° l'excursion est plus grande en été qu'en hiver, et la différence annuelle de cette excursion est représentée par la distance des deux courbes extrêmes ; 3° dans les mois intermédiaires, l'aiguille se trouve entre ces deux courbes.

A Hobart-Town, les lois sont les mêmes, en renversant les noms, comme on l'a vu précédemment (2me loi, *corollaire* II).

A Sainte-Hélène, les courbes ont l'apparence des courbes de l'hémisphère nord (Toronto), quand le soleil est au sud, et l'apparence des courbes de l'hémisphère sud quand le soleil est au nord (Hobart-Town). Cependant, il faut observer que, vers le mois de juin, l'aiguille ne subit pas sensiblement de déviation à l'ouest, tandis que, vers le mois de janvier, elle éprouve les déviations à l'est, en sorte que la symétrie n'est pas complète.

Au Cap de Bonne-Espérance, on a des phases intermédiaires entre celles de Sainte-Hélène et d'Hobart-Town.

Cela dit, revenons à la démonstration de la loi énoncée.

On reconnaît en premier lieu, par une analyse étendue et comparative de toutes les observations magnétiques, que le soleil est la cause principale, non-seulement des variations diurnes, mais aussi des variations annuelles.

Le colonel Sabine, dans le second volume des observations de Toronto, résume brièvement les points principaux de la comparaison des courbes, et il fait observer deux choses : 1° l'opposition des mouvements de l'aiguille dans les deux observatoires situés en dehors des tropiques et dans les deux hémisphères opposés, c'est-à-dire à Toronto et à Hobart-Town ; 2° que le passage du soleil à l'équinoxe à Sainte-Hélène et au Cap de Bonne-Espérance détermine des directions opposées dans la déclinaison de l'aiguille, et ces phases mettent hors de doute l'influence de la déclinaison du soleil. Le P. Secchi a poussé l'analyse plus loin que le colonel Sabine, et il résume la discussion de la manière suivante :

La position de l'aiguille aimantée à un instant quelcon-

que du jour doit dépendre de la position du soleil relativement au méridien du lieu et relativement à l'équateur ; en d'autres termes, elle doit dépendre de l'angle horaire du soleil et de sa déclinaison ; les courbes diurnes observées donnent la résultante complexe de ces deux éléments qui peuvent être regardés comme deux causes distinctes. Si l'on élimine l'effet de l'une de ces causes, il ne restera que l'effet de la seconde. L'élimination de la position annuelle du soleil s'exécute facilement de la manière suivante :

Supposons une série d'observations faites à toutes les heures du jour pendant une période de plusieurs années : si l'on prend la moyenne de toutes les observations, on obtiendra une valeur indépendante de toutes les variations périodiques diurnes ou annuelles qui sera la *moyenne absolue.*

Cela fait, si l'on prend la moyenne de toutes les observations faites à 1 heure, puis de toutes les observations faites à 2 heures et ainsi de suite pour toutes les heures du jour, on obtiendra une série de chiffres qui représentent la période diurne de l'aiguille ; et cela indépendamment de la période annuelle, parce que les effets de cette dernière sont opposés dans les saisons opposées et se détruisent ainsi mutuellement. Nous appellerons ces moyennes *moyennes horaires annuelles.* Et si l'on construit graphiquement les moyennes ainsi obtenues en prenant les heures pour abscisses et les déclinaisons de l'aiguille pour ordonnées, on obtient une courbe qui représente l'oscillation diurne que l'aiguille exécuterait si la déclinaison du soleil était constante.

Maintenant, si l'on prend les *moyennes horaires mensuelles*, on reconnaît que la courbe de ces moyennes passe tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la courbe des

moyennes horaires annuelles. Et pour apprécier l'effet de la déclinaison du soleil, il faudra retrancher les ordonnées de la courbe moyenne annuelle des ordonnées de la courbe moyenne mensuelle. On obtiendra ainsi pour chaque mois une nouvelle courbe représentant l'effet dû au déplacement du soleil. Il est vrai que cette courbe représente aussi l'effet des autres causes perturbatrices; mais nous verrons que l'influence de ces dernières est très-secondaire.

Les figures qui accompagnent le mémoire de l'auteur représentent pour les quatre observations de Toronto, Hobart-Town, Sainte-Hélène et le Cap, la courbe moyenne horaire annuelle et les courbes différentielles dont nous avons parlé en dernier lieu, correspondant à chaque mois. Elles mettent en évidence quelques conséquences intéressantes :

A. — I. Toutes ces courbes présentent un aspect plus régulier qu'on ne pouvait s'y attendre. Évidemment, pour la plupart, elles sont d'une forme réductible à la courbe engendrée par la superposition de deux périodes, l'une diurne et l'autre semi-diurne.

II. Les courbes horaires annuelles sont opposées dans les deux hémisphères opposés.

III. Elles indiquent des excursions plus considérables dans les lieux où la latitude est plus élevée, soit la force magnétique plus grande.

B. — Quant aux courbes mensuelles dérivées :

I. Elles sont d'une forme pareille à celle des courbes annuelles, et elles sont une fonction de même nature de l'angle horaire.

II. Elles sont opposées pour les mois de déclinaison opposée; et pendant les mois équinoxiaux elles présentent une telle diminution d'extension et une telle incertitude de



marche, que l'on y voit toujours prédominer la partie du mois qui participe de la plus grande distance de l'équinoxe. Cela est parfaitement évident pour le mois de septembre, à tel point que l'on pourrait croire que le changement se produit le jour même du passage du soleil à l'équateur. A l'équinoxe de mai il y a quelque incertitude, et l'époque du passage semble varier quelque peu suivant les pays. Une comparaison attentive de ces variations avec les positions de la ligne magnétique de moindre intensité qui a été tracée par Gauss dans les cartes publiées dans les mémoires scientifiques de Taylor, fait voir qu'il y a là une dépendance que l'on ne peut négliger; il se manifeste un retard ou une avance, suivant que le soleil passe par cette ligne plus tôt ou plus tard, relativement à chaque lieu. Mais la position de cette ligne même est trop peu certaine pour que l'on puisse rien conclure de positif. Nous verrons plus loin une autre cause, probablement alliée à celle-là.

III. Evidemment la grandeur de l'excursion est une fonction de la déclinaison solaire multipliée par la force magnétique locale. Ainsi les excursions sont moindres à Sainte-Hélène qu'au Cap, moindres au Cap qu'à Hobart-Town, et moindres à Hobart-Town qu'à Toronto.

C.—Si l'on passe aux particularités locales on observe :

I. Que le signe des courbes mensuelles ne dépend, ni de la latitude géographique ni du passage du soleil par le zénith du lieu. Ainsi à Sainte-Hélène la marche des courbes est la même que dans les autres pays. On doit même remarquer comment l'interférence de la courbe annuelle avec la courbe mensuelle détruit la symétrie de la courbe du solstice de juin avec celle du solstice de janvier comme cela a été déjà remarqué (p. 199).

II. Evidemment les moments auxquels correspondent les maxima d'excursion dépendent du passage du soleil par le méridien magnétique. Ainsi nous voyons que dans les mois où le soleil se trouve près du zénith des différents lieux le point maximum des courbes correspond presque avec le passage au méridien magnétique; mais qu'il est plus retardé dans les mois où la distance zénithale du soleil est plus grande : ce maximum semblerait avoir lieu deux heures après le passage du soleil.

III. La grandeur des excursions n'est pas en rapport avec les saisons du lieu. Ainsi, la plus grande excursion mensuelle à Hobart-Town et au Cap a lieu dans le mois d'août qui y est un mois d'hiver; et cette plus grande excursion a lieu à Toronto dans le même mois, c'est-à-dire en été. A Sainte-Hélène le soleil est au zénith en octobre et février, et cependant ce ne sont pas les mois où l'excursion maximum a lieu. Elle se produit dans les mois de juin, juillet et août, c'est-à-dire quand le soleil est le plus éloigné du zénith.

IV. Pour éliminer des courbes mensuelles l'effet de la déclinaison solaire il suffit d'ajouter deux à deux les mois où le soleil a une déclinaison opposée. Le résultat de cette opération serait très-important parce qu'il ferait voir la part qui dépend de l'angle horaire dans cette courbe mensuelle. On peut procéder de deux manières, soit en opposant les mois à égale distance du même équinoxe, comme septembre et octobre; et, soit en prenant des mois écartés l'un de l'autre de la moitié d'une année comme février et août, etc. Malheureusement, dans le système de réduction des observations, on a adopté l'année civile au lieu de l'année astronomique, et le temps moyen au lieu du temps vrai. Mais malgré les inexactitudes qui en ré-



sultent l'auteur a pu reconnaître ainsi une période très-simple de variations *semi-diurnes*.

On peut donc établir comme une chose certaine que l'*aiguille aimantée est constamment soumise à une période d'oscillation diurne et à une autre période semi-diurne*, et cette dernière est toujours un élément principal de la courbe observée quoiqu'elle exerce une influence plus ou moins grande. C'est ainsi que la période semi-diurne prédomine à Sainte-Hélène, tandis qu'elle se reconnaît peu à Makerstoun. Elle paraît, en général, dépendre plutôt de la latitude géographique que de la latitude magnétique.

V. Enfin l'étude des résultats moyens a conduit l'auteur à soupçonner l'existence d'autres périodes dépendant d'autres causes comparativement plus faibles. Quelques petites oscillations qui sont communes aux courbes d'un même semestre ou de plusieurs points du même hémisphère pourraient indiquer quelque influence lunaire.

Avant de passer à ce qui concerne les éléments magnétiques autres que la déclinaison, le P. Secchi énonce une loi générale d'une grande simplicité qui résume les précédentes, et qu'il donne comme un moyen de représenter les faits sans prétendre qu'elle renferme une réalité physique. Cette loi est la suivante :

Loi générale. — « Le soleil agit sur l'aiguille aimantée comme s'il était lui-même un grand aimant placé à une grande distance de la terre, et ayant ses pôles de même nom que ceux de la terre tournés du même côté du ciel. »

Il faut, pour reconnaître l'exactitude de cette loi, tenir compte des actions inverses que l'aiguille éprouve de la part du soleil par l'effet de la rotation de la terre. Imaginons une aiguille à l'équateur : c'est le verre de la boussole qui regarde le soleil à midi, mais à minuit c'est le fond de

la boussole qui est dirigé vers cet astre. Ce renversement produit le même effet que si c'était toujours le verre de la boussole qui fût tourné vers le soleil, et que cet astre eût changé de pôles.

On peut produire des variations de l'aiguille aimantée tout à fait semblables en faisant tourner un aimant autour d'une aiguille aimantée en le maintenant dans une position convenable.

Il faut observer de plus : 1° que l'opposition diamétrale de l'aiguille au soleil n'existe que sous l'équateur; dans tous les autres lieux, *la méridienne magnétique* ou l'axe de l'aiguille décrit un cône qui a pour axe, l'axe de rotation de la terre. Ce mouvement conique fait que la période double se décompose en nouvelles périodes, et que la différence des pôles au soleil entre comme élément. De là il résulte une période diurne simple et l'influence des latitudes; 2° l'action du soleil passant au méridien inférieur ne peut parvenir à l'aiguille qu'à travers le globe terrestre qui, par sa nature magnétique, empêche plus ou moins le passage de l'action magnétique du soleil et affaiblit notablement son action : de là vient que l'amplitude de l'oscillation diurne est plus considérable que celle de l'oscillation nocturne. Il faut aussi faire attention à l'effet que le magnétisme de rotation peut avoir pour retarder les déviations de l'aiguille.

(*La suite à un prochain numéro.*)



SUR L'ORIGINE DES DATURA STRAMONIUM ET ESPÈCES VOISINES

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE [1].

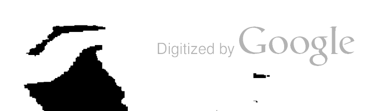
Depuis l'époque où Linné (*Hort. Cliff.*, p. 55) disait le Datura Stramonium originaire des Indes occidentales et naturalisé en Europe, il s'est élevé des doutes sérieux à cet égard. Trois opinions se sont manifestées sur l'origine de l'espèce, et quoique Bernhardi (*Linnæa*, 1833, Litt., p. 122), et ensuite Bertoloni (*Fl. it.* II, p. 609) aient énoncé des réflexions judicieuses fondées sur d'excellentes recherches, la question est demeurée indécise. On a supposé la plante originaire ou d'Europe, ou d'Asie, ou d'Amérique. En même temps, et ceci complique encore le problème, les uns ont regardé le Datura Tatula comme une espèce, les autres comme une variété du D. Stramonium. Linné, qui en a fait une espèce, n'indique rien sur son habitation primitive.

En faveur de l'origine européenne du D. Stramonium, on allègue la diffusion assez générale de la plante en Europe, et une description courte et confuse de Dioscorides, que Columna (*Phytob.* ed. Nap., p. 46) s'était efforcé de corriger pour l'adapter à l'espèce. Cet auteur trouvant dans le texte grec un mélange de caractères applicables au D. Stramonium et à l'Atropa belladonna, a proposé de scinder la description en deux. Dans la première partie,

[1] Extrait de l'ouvrage intitulé : *Géographie botanique raisonnée*, 2 vol. in-8°, actuellement sous presse, devant paraître en avril 1855, chez les libraires Masson, à Paris, et Kessmann, à Genève.

celle du *Strychnon manikon*, où il croit retrouver le Stramonium, les caractères sont très-vagues « Hujus folium simile est erucæfolio, majus quidem, ad folia accedens Acanthi, qui Pæderos dicitur: caules producit ab radice ingentes decem aut duodecim, ulnæ altitudinem habentes: caput velut olivam incumbens, hirsutius quidem, velut Platanisphæram, sed majus, planiusque. » Le nombre des tiges ne s'accorderait pas avec l'espèce; la fleur est passée sous silence et les aiguillons du fruit de stramoine ne sont pas tout à fait semblables aux poils roides et nombreux d'un capitule de platane. La description de Dioscorides, tirée elle-même de Théophraste (Lib. IX, cap. XII) est donc insuffisante pour reconnaître l'espèce. D'ailleurs, remarquons-le bien, il ne s'agit pas ici d'interpréter les phrases vagues des anciens et de corriger leurs textes, au moyen de la plante actuelle, puisque la question est, au contraire, de savoir si les textes indiquent clairement l'existence de l'espèce dans le monde gréco-romain. Quelques auteurs sont tombés dans ce genre vicieux de raisonnement, dont je suis bien aise de signaler le défaut.

Les objections à l'origine européenne sont nombreuses. D'abord le nom grec moderne, *Tatoula*, est absolument différent de ceux de la plante de Dioscorides, qui se nomme *Strychnon manikon, Persion* ou *Thruon*, et des noms de *Bruoron* et *Panisson*, mentionnés par Théophraste. Si l'espèce ou l'une des espèces ainsi désignées par les anciens était le Datura Stramonium, il serait resté probablement quelque trace de ces noms dans le grec moderne. Puisque cela n'est pas, il est vraisemblable que le mot *tatoula* a été dérivé par les Grecs de *datoura*, mot sanscrit d'origine, qui s'était répandu en Europe il y a trois siècles. D'un autre côté, depuis plus de deux siècles, une



opinion générale a existé que la Stramoine est d'origine exotique. Columna lui-même (p. 50) l'indique, tout en croyant avoir retrouvé l'espèce dans Dioscorides, et il prétend qu'elle existe au Mexique, circonstances assez difficiles à concilier. Zannichelli (*Istor.*, p. 253), en 1753, disait positivement que, du temps de Bauhin et de Columna, le D. Stramonium était seulement cultivé, qu'on le croyait d'origine indienne, mais qu'il était devenu spontané autour de Venise, comme le D. Tatula des botanistes (à fleur et tige colorées) autour de Bologne. L'un et l'autre manquent à l'herbier de Bauhin, quoiqu'ils existent maintenant à Bâle. Autour de Paris, leur existence n'est pas ancienne, car Vaillant et Tournefort ne les indiquent pas, et cependant ce sont des plantes apparentes, dont les propriétés avaient attiré l'attention de tout le monde, et que l'on connaissait parfaitement dans les jardins. En Angleterre, du temps de Ray et même de Dillenius, on regardait le D. Stramonium comme sorti des jardins par les déblais qu'on en rejette (*Ray, Syn.* ed. 1724, p. 266). L'édition de Gerarde *Herbal*, de 1597, n'en parle pas, du moins comme plante spontanée en Angleterre. Le D. Tatula ne s'est pas naturalisé dans ce pays. Pourquoi ces deux plantes ne seraient-elles pas arrivées plus tôt en France, en Allemagne, etc., si elles étaient aborigènes du midi de l'Europe? En Italie, où elles sont bien spontanées aujourd'hui dans les marais Pontins, etc. (*Bertol., Fl. it.* II, p. 607), on les croyait généralement d'origine étrangère, à l'époque de Zanoni, il y a deux siècles (*Zan.*, p. 212.)

Le nom de *Stramonio* ou *Strimonio* des Italiens, correspondant au nom *Stramonium* des botanistes, semble indiquer une origine italienne. Je ne le vois pas cependant

dans Pline, ce qui semble indiquer peu d'ancienneté. En définitive, il n'est pas prouvé que les D. Stramonium et D. Tatula aient existé jadis en Europe, même en Italie, où ils sont le plus spontanés. Les arguments me paraissent plus forts dans le sens d'une origine étrangère, contrairement à l'opinion de M. Bertoloni, présentée, je le reconnais, avec beaucoup de clarté et d'érudition.

L'opinion d'une origine américaine repose sur des bases erronées ou incertaines. Linné (*Hort. Cliff.*) avait rapporté le *Tlapatl* de Hernandez (*Thes. mexic.*, p. 278), d'après Columna, au D. Stramonium, mais il n'en parle plus dans son *Species*. La plante du Mexique, figurée dans Hernandez, a des feuilles peu lobées pour le Stramonium ou le Tatula, et, de plus, elle n'avait aucune odeur remarquable, ce qui la distingue de ces espèces. Les fruits sont représentés trop jeunes pour qu'on puisse s'assurer du caractère des aiguillons. Linné a persisté cependant à dire le Stramonium d'origine américaine, peut-être parce qu'on en rapportait de son temps des échantillons d'Amérique. Aujourd'hui, les auteurs de Flores des États-Unis considèrent le D. Stramonium et sa variété (ou espèce voisine?), le Tatula, comme étrangers à leur pays, mais naturalisés. Nuttall (*Gen.* I, p. 150) les soupçonne originaires de l'Amérique méridionale ou d'Asie. M. Darlington (*Fl. W. Chester*, ed. 3, p. 224) les croit asiatiques. Les Portugais établis au Brésil, selon M. de Martius (*Fl. bras.* fasc. 6, p. 163), croient aussi le D. Stramonium introduit d'Asie dans leur pays. MM. de Humboldt et Bonpland ont rapporté le D. Tatula de Caracas. D'après les auteurs et d'après mon herbier, cette forme colorée semble un peu plus commune et plus spontanée que l'autre en Amérique. Si c'est la même espèce que le D. Stramonium, elle l'aurait, je

suppose, précédé, car elle paraît plus robuste et, en général, les modifications décolorées sont des dérivations des espèces plutôt que des types. Si ces plantes sont deux espèces distinctes, il est très-possible que l'une fut de l'ancien monde, l'autre du nouveau, et alors je croirais le D. Tatula américain plutôt que l'autre. La plante à fleur blanche (D. Stramonium) paraît avoir existé aux Antilles, dans les décombres, près des habitations, déjà du temps de Sloane (*Jam.* I, p. 159), à la fin du dix-septième siècle. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, les renseignements ne sont devenus que plus difficiles sur la question de spontanéité, et surtout d'indigénat. Mais il est remarquable que le Tatula soit commun dans les montagnes de Caracas. Depuis le voyage de Humboldt, Lambert en a tiré des graines du même pays (*Sweet, brit. flow. gard.* ser. I, t. 83). On indique peu de noms vulgaires américains pour les daturas, et le plus souvent, ceux usités par les créoles sont dérivés des langues européennes et trahissent une importation. En somme, il n'y a guère de preuves directes en faveur de l'origine américaine, surtout à l'égard du D. Stramonium.

Reste l'hypothèse d'une origine asiatique. On sait que le mot Datura est sanscrit, mais il s'appliquait au D. fastuosa, selon Roxburgh et Piddington (*Index*, p. 29). Roxburgh n'avait pas même vu dans l'Inde les D. Stramonium et Tatula (*Fl. ind.* ed. Wall. II, p. 239). Celui du Népaul, que le docteur Wallich avait trouvé et considéré comme le Stramonium, est devenu le D. Wallichii Dunal (dans *Prodr.* v. XIII). Je ne sais si l'on doit attribuer au D. Stramonium un mauvais échantillon en fruit rapporté par Wallich du pays des Birmans (*Cat. itin.*, n. 436), que M. Dunal a classé dans mon Stramonium sans le citer. Evidemment les D. Stramonium et Tatula sont rares et en

apparence nouveaux dans l'Inde anglaise. On ne les trouve pas davantage dans Rumphius et Rheede, ni dans Forskal; cependant ils sont de nature à s'être répandus beaucoup et depuis longtemps au midi de l'Himalaya, s'ils étaient originaires de ces contrées, et s'ils pouvaient s'accommoder de climats très-chauds, comme ceux de l'archipel indien, de l'Égypte et de l'Arabie, ce dont je ne suis pas sûr.

Les régions où le D. Stramonium se trouve le plus fréquemment sont le Caucase, la Tartarie, le midi de la Russie et de la Sibérie. Un seul coup d'œil sur les synonymes du *Flora rossica* de Ledebour (III, p. 182), montre que tous les auteurs l'ont indiqué, depuis Gmelin et Georgi, jusqu'aux botanistes nos contemporains, et des îles d'Œsel jusqu'aux monts Talysch et Altaï, même dans les districts les moins accessibles à des plantes d'origine étrangère, comme les villages du Volga (*Clauss*, dans *Gœbel Reise*, II, p. 294), les environs de Lenkoran (*Hohen.*) et de Barnaul (*Ledeb. Fl. alt.* I, p. 234). On l'indique, il est vrai, autour des centres d'habitation, dans les décombres, etc., mais c'est la station la plus ordinaire en tous pays. Dans toutes ces contrées de l'empire russe, je ne vois pas qu'on ait aperçu le D. Tatula des botanistes; c'est toujours le vrai Stramonium, celui à fleur blanche : confirmation singulière de l'hypothèse énoncée tout à l'heure, que le Stramonium serait de l'ancien monde et le Tatula d'Amérique. Le Tatula n'est pas indiqué dans la Turquie d'Europe (*Griseb. Spicil.*), ni en Grèce (*Sibth. prodr.*; *Fraas, syn.* p. 169), et dans l'Europe occidentale même il paraît moins abondant que le D. Stramonium, et moins répandu qu'en Amérique. Enfin je remarque l'opinion assez fréquente chez les auteurs au commencement du dix-septième siècle, que la Stramoine serait arrivée en



Europe par l'Orient. Un des noms dans C. Bauhin (*Pin.*, p. 168) et J. Bauhin (*Hist.*, III, p. 624), était *Tatula turcorum*[1], ce qui s'accorderait avec une introduction par Constantinople d'une plante des confins de l'Europe et de l'Asie.

Je résumerai cette discussion comme suit :

1° Le Datura Tatula L. est très-probablement originaire d'Amérique, savoir du Venezuela, peut-être d'une portion étendue de l'Amérique méridionale et du Mexique ; il aurait été importé en Europe dès le seizième siècle et se serait naturalisé d'abord en Italie, puis dans le sud-ouest de l'Europe, sans avoir encore pénétré dans le sud-est ; 2° le D. Stramonium L. paraît originaire de l'ancien monde, mais probablement des bords de la mer Caspienne ou des régions adjacentes, certainement pas de l'Inde, et il est très-douteux qu'il ait existé en Europe du temps de l'empire romain ; il se serait répandu entre cette époque et la découverte de l'Amérique.

Ces probabilités géographiques appuient l'idée d'une séparation des deux formes au point de vue spécifique. Déjà le Dr Tully (*Amer. Journ. Sc.* 1823, v. 6, p. 224) avait motivé l'opinion de Linné sur des observations et des expériences positives. Il avait suivi pendant dix ans les deux plantes, à l'état spontané et cultivé, aux Etats-Unis. Sans trouver d'autre différence que la coloration rosée et bleuâtre des tiges et des fleurs dans le Tatula, relativement aux tiges vertes et aux fleurs blanches du Stramo-

[1] On doit regretter que le nom spécifique de Tatula ait été donné par Linné précisément à la forme que les Grecs modernes n'appellent pas Tatoula et qui manque à leur pays. Le Tatoula ou Tatula des premiers auteurs était le D. Stramonium.

nium, il avait constaté que ces caractères sont héréditaires, qu'ils ne changent pas selon les circonstances extérieures, enfin que les semis ne produisent aucun état intermédiaire indiquant des croisements possibles ou des modifications naturelles. Ces observations ont été négligées, et l'habitnde de considérer la couleur comme accessoire a fait envisager le Tatula. dans plusieurs ouvrages. comme une variété, à l'inverse de tous les autres exemples, dans lesquels c'est la plante colorée qu'on prend pour type. Maintenant les raisons géographiques nous ramènent à l'opinion de Linné et du Dr Tully, fondée sur des motifs tout différents.

Le Datura ferox L. (*Amœn.* 3, p. 403) est une plante très-douteuse, soit en elle-même, soit pour sa patrie. Elle est admise par MM. Dunal (Prodr. 13 part. 1, p. 539), Bertoloni (Fl. it. 2. 605) et Gussone (Syn. fl. sic. 1, p. 266), mais je ne suis point persuadé sur la vue des échantillons de l'herbier Boissier et de la planche de Zanoni, que ce ne soit pas un état du Stramonium. La plante de Zanoni avait été vue dans un jardin, celle de Boccone (ic. rar. t. 26) à Paris; maintenant les modernes disent la reconnaître dans une plante spontanée en Espagne et en Sicile. Il est bien plus douteux encore qu'elle existe au Malabar, comme on le dit d'après d'anciennes traditions de jardins, et à Peking (Bunge, *Enum.*, p. 48). Je doute fort que la même espèce se trouve dans la Chine septentrionale et en Sicile, avec interruption dans tout l'intervalle.

Le Datura Metel L. est une plante facile à distinguer des précédentes par sa pubescence et par son fruit réfléchi. Elle s'est naturalisée en Sicile, dans les sables, près de Messine et à Pantellaria (Guss. syn. 1, p. 267), en Sardaigne





près de Flumendosa Balau (Moris, dans Bertol. fl. it. II, p. 609), près de Malaga (Boiss. Voy. Esp. 2, p. 436), et probablement aussi à Cadix, d'après un échantillon de mon herbier qu'on ne dit pas avoir été pris dans un jardin. Les auteurs des siècles antérieurs au nôtre en parlent comme d'une plante étrangère, cultivée. — Son origine a été peu cherchée. MM. Bernhardi (Linn. 1833, Litt. p. 143), et Dunal (Prodr. 13, p. 1, p. 543) se contentent de dire qu'elle croît dans les régions chaudes de l'Asie et de l'Amérique; M. Bertoloni (l. c.) dit que son habitation s'étend des Indes orientales à la mer Méditerranée. Je ne la vois cependant pas indiquée dans Delile, *Flora ægyptiaca*, et la plante de Forskal, en Arabie, doit être différente, car il lui reconnaît des fruits dressés. Les auteurs du dix-septième siècle ont été partagés sur l'origine; les uns la faisaient venir du Pérou, les autres de Turquie, comme les noms l'indiquent (C. Bauh. pin. p. 168). Il semble cependant qu'on adoptait plus volontiers le nom de *Noix du Pérou*, *Pomme du Pérou*. En faveur de l'origine indienne, il ne faut pas alléguer l'ancienneté de la planche de Rheede Malab. 2, t. 28, car on la rapporte au D. alba Nees (Dun. *Prodr.* l. c.), ni les noms vulgaires, car ils ne sont pas nombreux (Piddington, *Index*, p. 29), aucun n'est sanscrit, et le nom *Datoura*, originaire de cette langue primitive, a passé chez les modernes comme nom de genre, appliqué à plusieurs espèces. Roxburgh (*Fl. ind.* ed. Wall. et ed. 1832) dit le D. Metel très-commun dans l'Inde; cependant je n'ai dans mon herbier aucun échantillon de cette contrée, et les synonymes qu'il admet n'appartiennent pas à l'espèce. L'origine asiatique est donc très-improbable. Quant à l'Amérique, je n'ai pas de preuves bien positives; cepen-

dant MM. de Schlechtendal et Chamisso (Linn. 1830, p. 111) ont décrit au moins une variété du Métel venant du Mexique ; je possède un échantillon recueilli à Vittoria, dans le même pays, par Berlandier (cité déjà par Dunal); Sellow en avait rapporté un fragment du Brésil méridional (Sendtn. *Fl. bras.* fasc. 6, p. 160) ; enfin, on regarde le D. Guyaquileensis Kunth comme synonyme. Sans doute il faut se défier d'une plante aussi aisée à se répandre, et les collecteurs ont tort de ne pas donner sur la qualité spontanée des échantillons tous les détails possibles, mais en définitive il me paraît probable que l'espèce est originaire de l'Amérique intertropicale.

De la polarité diamagnétique, par M. Tyndall.

(Extrait d'une lettre de l'auteur à M. le prof. de la Rive.)

M. Tyndall a communiqué à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, qui a siégé au mois de septembre à Liverpool, une série de recherches sur le diamagnétisme qui semblent résoudre d'une manière péremptoire la question si controversée de la polarité diamagnétique, en faveur de cette polarité. L'auteur a bien voulu me faire connaître son nouveau travail dans une lettre dont j'extrais ce qui suit. Mais je dois rappeler auparavant que divers physiciens, Feilitzsch en Allemagne, Thomson en Angleterre, et E. Becquerel en France, avaient cherché à expliquer les phénomènes diamagnétiques en supposant les corps qui les présentent doués d'un magnétisme analogue à celui des corps magnétiques ; Weber, au contraire, avait constamment soutenu que les corps diamagnétiques

acquièrent, sous l'influence des aimants, une polarité propre comme les corps magnétiques, avec cette différence que l'aimant crée chez eux des pôles de même nom que les siens au lieu de pôles de nom contraire, comme il le fait dans le fer, d'où résulte une répulsion au lieu d'une attraction. J'ai exposé dans mon Traité d'Electricité les motifs et les faits qui m'ont engagé à me ranger à l'opinion de Weber, à laquelle les nouvelles expériences de M. Tyndall viennent prêter un nouvel appui.

M. Tyndall a repris tout le sujet et il a commencé par l'examen des phénomènes les plus simples pour s'élever graduellement aux phénomènes les plus compliqués, afin de réussir à mettre ainsi en évidence la nature de la force de répulsion que les aimants exercent sur les corps diamagnétiques. Après un grand nombre d'expériences sur divers corps, il a cherché à démontrer, en agissant sur des substances choisies, la loi suivant laquelle l'action répulsive augmente avec la force de l'aimant qui la fait naître, et il a confirmé, en faisant osciller des petits barreaux, la loi qu'il avait déjà trouvée ainsi que M. Becquerel, savoir que la force répulsive est proportionnelle au carré de l'intensité de l'aimant. Ce résultat prouve que la répulsion d'un corps diamagnétique dépend non-seulement de l'action de l'aimant qui agit sur lui, mais aussi de la réaction du corps lui-même, réaction qui ne peut avoir lieu que par une induction exercée sur le corps diamagnétique par le magnétisme. En effet, si la répulsion d'un corps diamagnétique était l'unique effet d'une propriété de la substance, elle serait simplement proportionnelle à la force de l'aimant et non au carré de cette force [1]. Ainsi il ne

[1] J'avais déjà signalé cette conséquence de la loi du carré dans mon Traité de l'Electricité, tome I, p. 567 et 568. (A. D. L. R.)



peut pas rester en doute qu'un corps diamagnétique tel qu'un barreau de bismuth éprouve, quand il est sous l'influence d'un aimant, un effet d'induction. Mais quelle est la nature de cette induction? Est-ce l'apparition d'un pôle ou de deux pôles comme dans le fer doux? Quelle est la nature de ce pôle unique ou de ces deux pôles? Pour résoudre cette question, M. Tyndall a pris deux barreaux de fer doux (*fig.* 1), et les a pliés de telle sorte que leurs deux extrémités demi-cylindriques étant très-rapprochées ne forment plus qu'un seul cylindre de même diamètre que le reste du barreau. Ceux-ci, du reste, étaient placés dans l'intérieur d'hélices tournées de façon qu'on pût faire naître par les courants qui les traversent des pôles semblables ou différents P et P′ aux deux extrémités rapprochées. Or, une barre de bismuth *a b*, suspendue librement devant les deux pôles, était vivement repoussée quand les deux pôles étaient de même nature et n'éprouvait plus aucun mouvement dès qu'ils étaient de nature différente. Si la répulsion ne dépend que de la force absolue des pôles, sans égard à leur nature, l'effet quand ils sont différents devrait être plus grand que quand ils sont semblables, puisque par leur action mutuelle ils se renforcent dans le premier cas, tandis qu'ils s'affaiblissent dans le second. Cette expérience confirme celle analogue de Reich, et prouve que l'excitation, quelle qu'elle puisse être, qui est causée dans la barre de bismuth par un des pôles magnétiques, est neutralisée par l'action du pôle contraire; et que chaque pôle en particulier produit une excitation qui lui est particulière, et on voit ainsi apparaître la dualité des forces dont il s'agit.

M. Tyndall passe ensuite à une comparaison quant aux phénomènes fondamentaux qu'ils présentent, entre le ma-

gnétisme et le diamagnétisme, dans trois cas différents, quand on fait agir sur les corps magnétiques et diamagnétiques : 1° l'aimant seul ; 2° le courant électrique seul ; 3° le courant électrique et l'aimant combinés. Cette comparaison est absolument nécessaire pour répondre aux observations de M. Feilitzsch, qui estime que dans le troisième cas l'action est la même sur le corps diamagnétique et sur le magnétique, mais il est absolument nécessaire pour que les résultats de la comparaison soient significatifs, d'avoir égard à la structure du corps soumis à l'expérience ; autrement on risque de commettre les plus graves erreurs. Une barre de fer suspendue dans le champ magnétique se place de manière que sa longueur soit dirigée parallèlement à la ligne qui joint les pôles magnétiques ; c'est la direction normale du corps magnétique ; une barre de bismuth dont les plans de clivage sont parallèles à la longueur prend une direction telle que sa longueur soit perpendiculaire à la ligne qui joint les pôles, c'est la direction normale des corps diamagnétiques. M. Tyndall appelle la première barre une barre magnétique *normale*, la seconde, une barre diamagnétique *anormale*.

Mais si une barre, faite de poudre de carbonate de fer comprimée de façon que le sens de la compression corresponde à la moindre dimension, est placée dans le champ magnétique, elle s'y place de façon que sa ligne compressive soit dirigée d'un pôle à l'autre, et que sa longueur soit par conséquent parallèle à cette ligne ; une barre de bismuth, dont les plans de clivage sont perpendiculaires à la longueur, se place de manière que la longueur soit dirigée d'un pôle à l'autre. M. Tyndall appelle la première barre une barre magnétique *anormale* et la seconde une barre diamagnétique *anormale*.

La manière dont une barre magnétique normale se comporte est une complète antithèse avec la manière dont se comporte une barre magnétique anormale ; il en est de même pour une barre diamagnétique normale comparée à une barre diamagnétique anormale. Mais quand on compare une barre diamagnétique normale avec une barre magnétique anormale, ou une barre diamagnétique anormale avec une barre magnétique normale, on constate une parfaite identité entre les deux manières de se conduire.

L'antithèse et l'identité que nous venons de signaler se soutiennent aussi bien dans l'action d'une hélice sur les barres magnétiques et diamagnétiques qui y sont suspendues que dans l'action des deux pôles de l'électro-aimant. Ainsi la barre magnétique normale et la diamagnétique anormale se placent dans l'intérieur de l'hélice de manière que leur longueur soit parallèle à l'axe de l'hélice et perpendiculaire à ses spires, tandis que la barre magnétique anormale et la diamagnétique normale se dirigent perpendiculairement à l'axe et parallèlement aux spires. Si l'on place l'hélice et les barreaux qui sont suspendus dans son intérieur entre les deux pôles de l'électro-aimant (*fig.* 2) on observe toujours une complète opposition entre les mouvements de la barre magnétique normale et de la barre diamagnétique anormale, soit qu'on commence par aimanter l'électro-aimant et qu'on fasse passer ensuite le courant à travers l'hélice, soit qu'on procède dans l'ordre inverse, soit qu'on change les pôles de l'électro-aimant, soit qu'on change la direction du courant dans l'hélice. Les effets sont très-prononcés, tellement que l'on voit, par exemple, à partir du point où la barre se place sous l'influence de l'aimant seul, celle-ci décrire

un angle de 60° quand on transmet le courant à travers l'hélice.

La même antithèse ou opposition se présente entre deux barres anormales, l'une magnétique, l'autre diamagnétique; la position d'équilibre de l'une des barres est toujours sous l'influence des mêmes forces, perpendiculaire à celle de l'autre. L'identité se représente encore ici entre les barres magnétiques normales et les barres diamagnétiques anormales; il est impossible de déduire de leur manière de se diriger dans le champ magnétique la moindre différence entre une barre de fer normale et une barre de bismuth anormale.

Ces expériences démontrent l'importance qu'il y a à tenir compte dans ces phénomènes de la structure moléculaire, et c'est probablement pour n'y avoir pas eu égard que Feilitzsch est arrivé aux conclusions erronées que nous avons signalées sur l'identité entre le magnétisme et le diamagnétisme. Les recherches de M. Tyndall montrent, au contraire, que dans tous les cas la conversion d'une force attractive en une force répulsive ou *vice versâ* d'une répulsive en attractive, caractérise les phénomènes diamagnétiques, ou en d'autres termes, que les effets produits sur le bismuth peuvent être représentés par une inversion dans la distribution admise dans le magnétisme du fer, ou ce qui revient au même, par le changement d'un pôle nord en un pôle sud et d'un pôle sud en un pôle nord.

L'antagonisme entre les phénomènes magnétiques et diamagnétiques ne se manifeste pas seulement dans le cas où les barres exécutent des mouvements de *rotation* autour d'un centre de suspension, mais on peut le reconnaître également dans tous les mouvements de *translation* que les barres peuvent acquérir sous l'influence, soit

des aimants seuls, soit des courants seuls, soit des aimants et des courants réunis. M. Tyndall a constaté ce résultat important au moyen de l'appareil suivant (*fig.* 3). AB et CD sont deux électro-aimants; *b i* est un barreau de bismuth suspendu librement dans l'intérieur de l'hélice *h e*. La fig. 4 donne une idée de la manière dont le barreau et suspendu : *m n* est une tige légère de bois des extrémités de laquelle partent deux fils fins d'argent terminés par des boucles dans lesquelles on introduit le barreau pour le suspendre. Deux batteries voltaïques sont employées l'une pour aimanter les électro-aimants, l'autre pour transmettre un courant à travers l'hélice *h e*; deux commutateurs sont disposés de façon à pouvoir changer brusquement le sens de chacun des courants. Une disposition particulière permet également de faire que les pôles P et P' des deux électro-aimants soient de même nom ou de noms contraires. La question est maintenant de savoir si le barreau de bismuth présente des phénomènes semblables à ceux du barreau de fer doux placé dans les mêmes conditions.

Or, en transmettant un courant à travers l'hélice et en donnant aux électro-aimants un magnétisme qui ne soit pas trop fort pour ne pas contrecarrer l'effet de l'hélice, on voit le barreau de bismuth se dévier et se mouvoir dans une certaine direction, et si, pendant qu'il se meut, on change les pôles des aimants ou la direction du courant dans l'hélice, on voit aussitôt le mouvement du barreau s'arrêter et se convertir en un mouvement en sens contraire. Les phénomènes d'attraction aussi bien que ceux de répulsion se manifestent avec une régularité aussi parfaite que dans le cas du fer doux. Seulement, quand c'est un barreau de fer doux qu'on place dans l'hélice, on voit l'attraction se manifester dans tous les cas où il y a répulsion



avec le bismuth et réciproquement. M. Tyndall opérait en général avec un barreau de bismuth de six pouces de longueur et de 0^p,4 de diamètre; mais il a également réussi avec des barreaux soit plus petits, soit plus grands, et en particulier avec un barreau de bismuth de 14 pouces de longueur et du poids de 5 à 6 livres; ce barreau a offert tous les phénomènes d'attraction et de répulsion qu'a présentés dans les mêmes circonstances, mais dans un sens inverse, un barreau de fer doux de même dimension.

Une nouvelle preuve que les deux extrémités de la barre de bismuth sont dans des états polaires différents, c'est que si l'on rend les pôles P et P′ des électro-aimants semblables, la barre n'exécute plus aucun mouvement parce qu'elle est attirée à l'une de ses extrémités par l'un des pôles et repoussée à son autre extrémité par l'autre pôle. En supposant que P soit un pôle sud et P′ un pôle nord, et que le courant de l'hélice soit dirigé de façon que le barreau de bismuth soit repoussé, si l'on approche le pôle nord d'un autre aimant en N, il attirera l'extrémité du barreau qui est repoussé par P, et si l'on place de même en M le pôle sud d'un aimant, il attirera l'extrémité du barreau qui est repoussée par P′. Il résultera une augmentation d'action de cette disposition qui revient à placer à gauche du barreau deux pôles magnétiques de même nom et à sa droite deux pôles magnétiques semblables aussi, mais de nom contraire aux deux premiers. C'est sous cette forme frappante que M. Tyndall a fait son expérience devant l'Association britannique à Liverpool.

M. Tyndall a terminé la communication dont nous venons de rendre compte par l'examen des diverses objections qu'on a présentées soit contre ses recherches précédentes sur l'influence de la structure moléculaire, soit

contre l'existence de la polarité diamagnétique, antagoniste de la polarité magnétique. Nous ne le suivrons pas dans cette discussion, que les expériences si concluantes qu'il vient d'ajouter à celles qu'il avait déjà faites nous paraissent rendre inutile. Nous nous bornerons à rapporter seulement l'opinion de M. Faraday, qui a déclaré qu'il ne contestait nullement la polarité diamagnétique, et qu'il avait toujours considéré sa théorie des lignes de force dans le champ magnétique, bien moins comme une explication suffisante des phénomènes que comme une manière commode de les représenter. Quant à la théorie de Weber qui, admettant la polarité diamagnétique, considère le diamagnétisme comme lié à l'éloignement des particules dans les corps magnétiques, M. Tyndall remarque que ses expériences, en démontrant que la compression et les actions mécaniques qui rapprochent les particules augmentent la propriété diamagnétique, sont contraires à ce point de vue particulier du savant allemand [1].

[1] Nous croyons que la divergence entre M. Tyndall et M. Weber est moins grande qu'il ne semble. Ce qui nous paraît devoir favoriser le diamagnétisme, c'est la distance entre les atomes qui constituent la molécule ; mais une fois que la molécule est diamagnétique, plus il y en a dans un volume donné d'un corps, plus ce corps est diamagnétique. Or les actions mécaniques opèrent un rapprochement entre les molécules d'un corps et non entre les atomes de chaque molécule. L'observation de M. Tyndall n'est donc pas contraire à la théorie qui attribue à la distance mutuelle des atomes une influence sur la propriété diamagnétique des corps.

(A. D. L. R.)





BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

23. — MÉMOIRE SUR LA POLARISATION DE L'ATMOSPHÈRE, par M. Félix BERNARD. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 23 octobre 1854.)

Tout faisceau partiellement polarisé peut être considéré comme résultant de la somme de deux faisceaux polarisés à angle droit, l'un dans le plan de polarisation de la partie polarisée de ce faisceau, l'autre dans un plan perpendiculaire. Si l'on représente par a et b les intensités respectives des deux faisceaux composants, et par l'unité l'intensité du faisceau mixte, la proportion de lumière polarisée renfermée dans ce faisceau aura pour valeur $a-b$: c'est la quantité à déterminer.

On peut toujours opérer la décomposition précédente, au moyen d'un prisme biréfringent d'un angle convenable, dont la section principale est dirigée parallèlement au plan de polarisation ; les intensités respectives de l'image ordinaire et de l'image extraordinaire sont alors proportionnelles aux valeurs de a et de b. Ces faisceaux, après leur passage à travers un prisme de Nichol analyseur, donneront lieu à deux nouvelles images ; mais ici, l'image ordinaire sera polarisée dans un plan perpendiculaire à la section principale de l'analyseur, l'image extraordinaire dans un plan parallèle, et les intensités deviendront égales, pour un certain angle α formé par les deux sections principales ; on aura donc, pour déterminer a et b, les deux relations,

$$a + b = 1,$$
$$\mu a \sin^2 \alpha = b \cos^2 \alpha,$$

en représentant par μ le rapport des intensités maxima des deux images lorsque la lumière incidente n'est point polarisée ; de ces deux relations on tire

$$a-b = \frac{1-\mu \operatorname{tang}^2 \alpha}{1+\mu \operatorname{tang}^2 \alpha};$$

et en posant

$$\mu \operatorname{tang}^2 \alpha = \operatorname{tang}^2 \alpha',$$

il vient,

$$a - b = \cos 2 \alpha'.$$

Le facteur μ, introduit par l'inégalité de la réflexion due à la différence de vitesse des deux rayons dans le spath et à l'inclinaison différente sous laquelle les deux faisceaux rencontrent les faces de l'analyseur, n'est point négligeable : nous verrons plus loin comment on le détermine.

Description du polarimètre.

A l'une des extrémités d'un tube à tirage de 2 décimètres de longueur, se trouve un prisme biréfringent polariseur formé d'un spath et d'un prisme de verre qui n'achromatise qu'imparfaitement, mais d'une manière égale, les deux images fournies par l'ouverture de 5 millimètres de diamètres d'un diaphragme placé à l'autre extrémité. Contre le diaphragme est disposé un obturateur présentant deux ouvertures : l'une est libre; à l'autre est adaptée une plaque de quartz à deux rotations de M. Soleil.

Au devant du polariseur est disposé un cercle qui porte une alidade et un vernier; dans la chape de l'alidade est engagé un prisme de Nichol analyseur, taillé sous forme de parallélipipède droit [1]. Cet appareil, placé dans un tube concentrique, fendu et à charnière à vis de pression, établi sur un support, constitue le polarimètre proprement dit, et peut s'adapter à d'autres appareils secondaires dont la disposition dépend de l'origine du faisceau à analyser.

Dans tous les cas, lorsque le faisceau est introduit dans l'appareil, on doit commencer par diriger la section principale du prisme biréfringent parallèlement au plan de polarisation du faisceau incident; la plaque biquartz de M. Soleil sert alors de régulateur : on la rabat suivant l'axe de l'instrument, on fait tourner le polarimètre d'un mouvement d'ensemble dans son collier, jusqu'à ce que la co-

[1] Les prismes de Nichol ordinaires occasionneraient une perte de lumière réfléchie variable avec la position de la surface d'incidence par rapport aux plans de polarisation des deux faisceaux incidents.

loration uniforme de deux demi-disques de chaque image indique qu'on se trouve dans la position cherchée. Le polarimètre est fixé dans cette position ; la plaque biquartz est relevée ; on aperçoit alors deux images circulaires tangentes l'une à l'autre : on détermine les deux azimuts d'égalité φ, φ' les plus rapprochés de l'azimut d'extinction, et on a

$$\alpha = \frac{\varphi + \varphi'}{2}.$$

Pour se servir de cet instrument, dans les observations atmosphériques, on le dispose sur un appareil muni de cercles, de niveaux et d'une boussole qui permettent de l'orienter, de déterminer la position du point du ciel observé, et d'étudier la polarisation dans les grands cercles de la sphère. Un petit chercheur placé latéralement sert à diriger, lorsque cela est nécessaire, sans incommoder l'œil, l'axe de l'appareil sur le soleil. Le tout repose sur un trépied à vis calantes.

Pour déterminer μ, on pointe l'instrument sur une portion du ciel couvert dépolarisée, ou bien on interpose entre le diaphragme et l'obturateur une petite feuille de papier blanc ; on cherche les azimuts ψ, ψ' qui comprennent entre eux l'azimut d'extinction. Si l'on représente par I, I' les intensités des deux images à leur maximum, on a les relations

$$\mathrm{I}\sin^2.\frac{\psi + \psi'}{2} = \mathrm{I}'\cos^2.\frac{\psi + \psi'}{2}$$

et

$$\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}'} = \mu :$$

d'où

$$\mu = \mathrm{cotang}^2.\frac{\psi + \psi'}{2}$$

Quelques observations que M. Bernard a faites à Bordeaux avec cet instrument, qui est très-sensible, font voir qu'*à mesure que le soleil s'approche du méridien, la valeur du maximum de polarisation diminue ; cette valeur croît, au contraire, d'une manière continue, lorsque cet astre s'en éloigne, et atteint son maximum lorsque le soleil est très-près de l'horizon ; l'amplitude de cette variation est d'environ* 0,09.

24. — Sur les forces élastiques des vapeurs dans le vide et dans les gaz aux différentes températures, et sur les tensions des vapeurs fournies par les liquides mélangés ou superposés, par M. V. Regnault[1]. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, séances du 14, 21 et 28 août 1854.)

1re partie. — *Forces élastiques des vapeurs à saturation dans le vide.* — Les procédés que M. Regnault a employés pour cette détermination sont semblables à ceux qu'il avait appliqués à la vapeur d'eau. Le tableau suivant indique quelques-uns des résultats :

Tensions de la vapeur d'alcool.		Tensions de la vapeur d'éther.		Tensions de la vapeur de sulfure de carbone.		Tensions de la vapeur d'essence de térébenthine.	
°	mm	°	mm	°	mm	°	mm
— 21	3,12	— 20	69,2	— 16	58,8	0	2,1
— 20	3,34	— 10	113,2	— 10	79,0	10	2,3
— 10	6,50	0	182,3	0	127,3	20	4,3
0	12,73	10	286,5	10	199,3	30	7,0
10	24,08	20	434,8	20	298,2	40	11,2
20	44,0	30	637,0	30	434,6	50	17,2
30	78,4	40	913,6	40	617,5	60	26,9
40	134,10	50	1268,0	50	852,7	70	41,9
50	220,3	60	1730,3	60	1162,6	80	61,2
60	350,0	70	2309,5	70	1549,0	90	91,0
70	539,2	80	2947,2	80	2030,5	100	134,9
80	812,8	90	3899,0	90	2623,1	110	187,3
90	1190,4	100	4920,4	100	3321,3	120	257,0
100	1685,0	110	6249,0	110	4136,3	130	347,0
110	2351,8	116	7076,2	120	5121,6	140	462,3
120	3207,8			130	6260,6	150	604,5
130	4331,2			136	7029,2	160	777,2
140	5637,7					170	989,0
150	7257,8					180	1225,0
152	7617,3					190	1514,7
						200	1865,6
						210	2251,2
						220	2690,3
						222	2778,5

[1] Nous reviendrons, dans un article plus étendu, sur ces recherches dès



Il est nécessaire que les liquides soient d'une pureté parfaite pour que les différentes méthodes de détermination amènent rigoureusement aux mêmes valeurs.

2me PARTIE. — *Sur les températures d'ébullition des dissolutions salines.* — Tout le monde sait que les dissolutions salines exigent pour bouillir une température plus élevée que l'eau pure sous la même pression. Pour un même sel, l'excès de température est d'autant plus grand que la proportion de matière dissoute est plus considérable. Toutes les substances solubles n'ont pas, au même degré, la faculté de retarder la température d'ébullition de l'eau dans laquelle elles sont dissoutes à poids égaux. Cette faculté ne dépend pas seulement de leur solubilité, elle paraît résulter principalement d'une affinité spéciale de la substance pour l'eau.

Rudberg avait tiré de ses expériences la conclusion suivante : *Quelle que soit la température qu'une dissolution doit prendre pour entrer en ébullition, la vapeur ne présente jamais que la température qu'elle aurait si elle se dégageait de l'eau pure ; en d'autres termes elle présente la température à laquelle la tension de cette vapeur, à saturation dans le vide, fait équilibre à la pression sous laquelle l'ébullition a lieu.*

M. Regnault a reconnu que ce phénomène observé par Rudberg, sur les dissolutions salines en ébullition sous la pression ordinaire de l'atmosphère, se présente encore lorsqu'on les fait bouillir sous des pressions beaucoup plus grandes ou plus petites. Il explique ce fait en apparence bizarre parce que le réservoir du thermomètre plongé dans la vapeur se recouvre d'eau de condensation, et cette eau étant pure ne peut pas posséder une température supérieure à celle de son ébullition. Mais si l'on fixe sur la tige du thermomètre un disque métallique très-mince placé immédiatement au-dessus du réservoir de manière à empêcher qu'il ne soit mouillé par l'eau qui ruisselle le long de la tige, et si l'on place ce réservoir à une très-

que M. Regnault aura publié ses mémoires détaillés. Une partie des résultats de ces grands travaux ont déjà été rapportés dans les *Archives*, 1850, tome XIV, p. 27.



petite distance du liquide, alors il reste sec et indique une température plus élevée. « Je pense donc, dit M. Regnault, que la vapeur qui prend naissance dans les dissolutions salines soumises à l'ébullition est en équilibre de températures avec elles, et ne possède pas une force élastique beaucoup supérieure à la pression hydrostatique qui s'exerce sur elle. Si la température de cette vapeur s'abaisse promptement jusqu'au degré qui correspond à la saturation sous cette pression, cela tient à ce que, à cause du peu de capacité calorifique des vapeurs rapportées à leur volume, l'excès de chaleur est promptement absorbé par les causes de refroidissement extérieur, et surtout par la vaporisation qui s'exerce sur cette infinité de petits globules liquides qui sont continuellement projetés dans l'atmosphère de vapeur, au moment où les bulles viennent crever à la surface du liquide bouillant. »

L'étude des forces élastiques des vapeurs des dissolutions dans le vide fournira un mode d'investigation précieux pour l'étude d'une foule de phénomènes de chimie moléculaire, et M. Regnault signale quelques applications curieuses de cette méthode qui ouvre un champ nouveau à la science.

3me PARTIE. — *Des forces élastiques des vapeurs dans les gaz.* — Des recherches plus anciennes de l'auteur avaient fait voir que la vapeur d'eau a une tension un peu plus faible dans l'air que dans le vide. L'ensemble de ses nouvelles expériences démontre que la force élastique de la vapeur de l'éther, du sulfure de carbone et de la benzine est aussi constamment plus faible dans les gaz que dans le vide. Voici l'explication qu'il donne de ce fait : « Lorsqu'un liquide volatil se trouve dans un espace limité en contact, à la fois, avec un gaz qui remplit cet espace et avec la matière qui forme ses parois, il tend à produire de la vapeur jusqu'à ce que la tension de celle-ci soit égale à celle que la vapeur prend à la même température dans le vide. Mais cette vapeur se trouve donc au-dessous de la saturation tant que la paroi n'a pas condensé la quantité de liquide pour satisfaire son action attractive sur la vapeur. Cette quantité peut être évaluée en épaisseur de la couche liquide. Dans les parties où cette paroi est verti-





cale, la couche liquide ne peut pas augmenter indéfiniment d'épaisseur, parce que la pesanteur tend à faire couler le liquide vers le point le plus bas. On conçoit donc que si la couche qui reste adhérente à la paroi, sous les influences opposées de l'affinité hygroscopique et de la gravité, n'est pas assez épaisse pour neutraliser l'action attractive de la paroi sur la vapeur, l'espace doit perdre de la vapeur, et, si la vapeur perdue ne lui est pas rendue avec la même rapidité par le liquide en excès, on devra trouver constamment une force élastique moindre que celle qui s'observe dans le vide..... Un effet semblable ne peut pas se produire dans le vide, parce que la vaporisation du liquide y est très-rapide, et rétablit immédiatement la vapeur qui se condense sur les parois....... En résumé, je crois pouvoir conclure de l'ensemble de mes observations, que la loi de Dalton sur les mélanges des gaz et des vapeurs peut être regardée comme une loi théorique, laquelle se vérifierait probablement avec toute rigueur si l'on pouvait enfermer le gaz dans un vase dont les parois fussent formées par le liquide volatil lui-même sous une certaine épaisseur. Mais cette loi ne se réalise que très-imparfaitement dans nos appareils ; l'affinité hygroscopique de leurs parois ramène la vapeur à une tension variable et toujours inférieure à celle qui correspond à la saturation.»

4me PARTIE. — *Forces élastiques des vapeurs qui sont émises par les liquides volatils mélangés par dissolution réciproque ou superposés.* — On a généralemunt admis qu'un mélange de plusieurs substances volatiles qui ne se combinent pas chimiquement émet des vapeurs complexes dont la force élastique totale est égale, pour l'état de saturation, à la somme des tensions que chacun des liquides produirait isolément à la même température. Cette loi, donnée par Dalton, n'avait pour ainsi dire pas été vérifiée par l'expérience. M. Regnault divise en trois classes les mélanges de liquides et il arrive pour chacune d'elles aux résultats suivants :

1° Deux substances volatiles, *qui ne sont pas susceptibles de se dissoudre*, donnent dans le vide une tension de vapeur égale à la somme des tensions que ces substances présentent isolément. La loi de Dalton se trouve donc vérifiée dans ce cas, et les mélanges



qui ont été soumis à l'expérience sont ceux d'eau et de sulfure de carbone, d'eau et de chlorure de carbone, d'eau et de benzine.

2° Le mélange de deux substances volatiles ***qui se dissolvent suivant des proportions plus ou moins considérables, mais non illimitées***, présentent une tension de vapeur qui n'est pas soumise à la loi de Dalton. Ainsi le mélange d'eau et d'éther possède une force élastique presque égale à celui de l'éther seul.

3° Les mélanges binaires de substances volatiles ***qui se dissolvent mutuellement en toutes proportions*** ont des tensions de vapeurs intermédiaires en général entre les tensions des deux liquides qui composent le mélange. Cependant le mélange de benzine et d'alcool a donné des tensions de vapeur plus considérables que celles du liquide le plus volatil.

5me PARTIE. — ***Recherches entreprises afin de décider si l'état solide ou liquide des corps exerce une influence sur la force élastique des vapeurs qu'ils émettent à la même température dans le vide.*** — Dans ses précédentes recherches, M. Regnault avait fait un grand nombre de déterminations de forces élastiques de la vapeur émise par la glace entre —32 degrés et 0 degré. Il a constaté que la courbe construite sur ces expériences présentait une continuité parfaite avec celle que donnent les forces élastiques des vapeurs fournies par l'eau liquide aux températures supérieures à 0 degré. De nouvelles expériences sur deux liquides volatils qui se solidifient à une température parfaitement réalisable, l'hydrocarbure de brôme et la benzine, ont conduit au même résultat. On peut donc admettre comme démontré par l'expérience que ***les forces moléculaires qui déterminent la solidification d'une substance n'exercent pas d'influence sensible sur la tension de sa vapeur dans le vide.***

L'acide acétique monohydraté paraît faire exception à cette règle, mais M. Regnault pense que cette anomalie peut s'expliquer par la présence de très-petites quantités de substances étrangères.

25. — SUR LA CONDENSATION DES GAZ PAR LES CORPS SOLIDES ET SUR LA CHALEUR DÉGAGÉE DANS L'ACTE DE CETTE ABSORPTION. — SUR LES RELATIONS DE CES EFFETS AVEC LES CHALEURS DE LIQUÉFACTION OU DE SOLIDIFICATION DES GAZ, par M. P.-A. FAVRE. 1re partie. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 16 octobre 1854.)

M. Mitscherlich, en cherchant à calculer la surface des pores d'un volume donné de charbon de bois et d'après le coefficient connu d'absorption de l'acide carbonique, est arrivé à conclure que ce gaz doit exister en partie à l'état liquide dans les pores après la condensation. M. Favre a entrepris de vérifier ce point de vue par des expériences calorimétriques et de rechercher si, indépendamment de la force nécessaire pour déterminer la liquéfaction des gaz emprisonnés dans les pores du charbon, il y avait encore une action spéciale et indépendante du seul changement d'état. Il s'est servi de son calorimètre à mercure [1], soit pour mesurer la chaleur de vaporisation de certains gaz liquéfiés, et la chaleur qui se développe pendant l'absorption par le charbon.

Voici les conclusions de son mémoire :

« 1° Pour un même gaz le coefficient d'absorption par le charbon peut varier avec l'essence du bois carbonisé et aussi, mais à un moindre degré, avec des échantillons différents provenant de la même essence. Le même échantillon de charbon enfin peut lui-même offrir des variations dans une série d'expériences, soit rapprochées, soit faites à des époques éloignées les unes des autres. Les charbons de bois les plus lourds sont ceux qui absorbent le moins de gaz.

« On ne peut donc pas s'attendre à obtenir des expériences faites sur les différents gaz un grand degré de comparabilité, puisque la structure des cellules peut varier ou peut subir des altérations dans le cours des expériences. Néanmoins, d'après la comparaison des volumes *maxima* des différents gaz absorbés par l'unité de poids d'un

[1] Voyez *Archives*, tome XXIII, p. 330.

même charbon, on peut ranger les gaz expérimentés dans l'ordre suivant, en partant du plus absorbable : ammoniaque, acide chlorhydrique, acide sulfureux, protoxyde d'azote, acide carbonique. C'est l'ordre indiqué par de Saussure. Cet ordre se maintient quelle que soit l'essence du bois carbonisé.

« 2° Relativement au dégagement de chaleur qui accompagne l'absorption du gaz par le charbon à saturation, les gaz peuvent être classés dans le même ordre que précédemment, en partant de l'ammoniaque, qui dégage en effet le plus de chaleur, la comparaison des gaz étant faite à poids égal.

« Parmi les gaz étudiés, il n'y a que l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque qui donnent lieu à des différences notables, lorsque l'on fait varier l'espèce de charbon ou les échantillons d'une même espèce, ou même enfin par suite de l'emploi successif d'un même échantillon. Les écarts sont surtout marqués pour l'ammoniaque.

« 3° La chaleur maximum dégagée par l'absorption de 1 gramme d'acide sulfureux ou de protoxyde d'azote, dépasse de beaucoup la chaleur de liquéfaction d'un poids égal des mêmes gaz.

« Ainsi :

	Unités de chaleur.
Chaleur de liquéfaction de l'acide sulfureux......	88,3
Id. Id. du protoxyde d'azote.....	100,6
Tandis que la chaleur d'absorption de l'acide sulfureux est de........	150,1
Et celle du protoxyde d'azote..................	148,3

« Pour l'acide carbonique, la chaleur dégagée par son absorption dans les pores du charbon dépasse celle que dégagerait l'acide carbonique en se solidifiant.

« En effet, chaleur dégagée par 1 gramme d'acide carbonique :

	Unités de charbon.
Absorbé par le charbon	148,8
Solidifié	138,7

« Les résultats, on le voit, dépassent ceux qu'assignent les cal-





que les deux fils sont d'un rouge clair et sans que visiblement la flamme y soit encore arrivée. C'est là, autant que je puis me le rappeler, le résultat obtenu par Ed. Becquerel, et qui est conforme à ce que nous savons arriver dans tous les corps excepté les métaux, c'est-à-dire, qu'ils augmentent de conductibilité par la chaleur. Est-ce maintenant un effet semblable à celui éprouvé par les liquides dans lesquels la conductibilité et l'électrolysation marchent ensemble? Est-ce plutôt une décharge semblable à celle de l'arc voltaïque, et qui est principalement favorisée par la haute température des électrodes qui sont ainsi disposés à se désagréger? J'ai vu souvent une déviation très-forte persister pour quelque temps en transportant les fils de platine chauffés au rouge blanc de la partie supérieure à la partie moyenne de la flamme; mais ce sujet ne peut être discuté que par d'autres expériences dont vous devriez vous occuper, puisque vous avez si bien commencé à l'étudier.

En substituant à la flamme d'alcool la flamme d'huile, ou de cire, ou d'acide stéarique, on trouve d'abord que le passage du courant est presque nul, mais on ne tarde pas à s'assurer que, en empêchant la formation d'une couche de matière noire sur les électrodes, la conductibilité de ces flammes est plus grande que celle de la lampe à alcool. Pour cela je chauffe les fils de platine dans la flamme d'alcool que je remplace promptement par les flammes que j'ai nommées; je trouve ainsi que le pouvoir conducteur de ces flammes est notablement plus grand que celui de la flamme d'alcool. Tout en opérant de la même manière, j'ai reconnu que la conductibilité des flammes de camphre ou de *gutta-percha* était beaucoup moindre. — Si l'on interpose entre les électrodes une lame de platine qui coupe en quelque sorte à moitié la flamme, la conductibilité n'est pas altérée, et si la lame a été chauffée d'avance on trouverait au contraire une augmentation. En faisant usage d'un sel de strontiane ou d'acide borique, ou de chlorure de cuivre dissous en petite quantité dans l'alcool, j'ai pu opérer sur des flammes qui, comme on le sait, ont des couleurs différentes dues à ces matières volatilisées : ces flammes ont leur conductibilité beaucoup

diminuée, et cela arrive spécialement avec la flamme colorée en vert par le chlorure de cuivre. Si un jet de vapeur de iode ou de mercure est poussé au milieu de la flamme, la conductibilité augmente notablement tandis qu'elle diminue avec un jet de vapeur d'eau ou en tenant du soufre qui brûle en contact avec la flamme. — Il serait très-curieux d'étudier la conductibilité de la vapeur d'eau à différentes atmosphères et densités, et surtout de voir si cette conductibilité est accompagnée de la décomposition électro-chimique.

Je passerai maintenant au dégagement de l'électricité par la flamme. — Je n'ai eu aucune difficulté à vérifier le résultat que vous avez obtenu et que j'exprimerai de la manière suivante. On trouve dans la flamme d'alcool ou de gaz hydrogène et probablement dans toutes les flammes, un courant électrique qui est dirigé dans la flamme même de la portion que les chimistes appellent *réductive* à la portion *oxydante ;* en d'autres mots le courant de la flamme est dirigé de la lame métallique qui est en contact avec l'hydrogène à celle qui est plongée dans l'oxygène ou dans l'air atmosphérique. Vous avez très-bien prouvé que ce courant ne dépend pas de la différence de température des deux fils de platine plongés dans la flamme, car on l'obtient lorsque le fil entouré d'oxygène est tenu au-dessus de la flamme, de manière à être moins chauffé que l'autre. On peut ajouter qu'on a, en touchant ensemble le fil de platine le plus chaud et celui qui est moins chaud, qui ont été dans la flamme tous les deux, un courant qui n'est que de quelques degrés, au lieu de 40 ou 50 degrés qu'on a lorsqu'on opère sur la flamme, et qui est de sens contraire à celui que vous avez trouvé. En employant des lames de platine au lieu de fils, les courants sont très-forts ; une très-bonne disposition est celle d'avoir une des lames qui enveloppe en partie la flamme et l'autre qui plonge dans l'intérieur. J'ai obtenu des résultats semblables, quoique les courants aient été un peu plus faibles, avec des fils de cuivre ou de fer ; avec ces fils on peut distinguer facilement la portion de la flamme qui contient l'hydrogène de celle extérieure où prédomine l'oxygène, et qui

oxyde ces fils. Quant à l'interprétation du dégagement de l'électricité par la flamme, je n'hésite pas un moment à considérer ce cas comme identique à celui par lequel j'ai cru expliquer l'ancienne expérience de M. Pouillet et les polarités secondaires, et qui est aussi le point de départ de votre découverte de la pile à gaz ; c'est celui du courant électrique qui se développe entre deux lames métalliques et principalement entre deux lames de platine lorsqu'elles sont plongées dans l'eau, étant ou ayant été en contact l'une avec le gaz hydrogène l'autre avec le gaz oxygène. Vous savez que dans le cas de la flamme, j'ai supposé que ces deux gaz étaient séparés par une couche de vapeur d'eau. Il est connu que les signes électro-statiques de la flamme sont parfaitement d'accord avec ceux obtenus par le galvanomètre aussi bien qu'avec ceux qu'on obtient avec la pile à gaz. — Avant d'arriver à une expérience qui me semble ne laisser aucun doute sur cette interprétation des phénomènes électriques de la flamme, permettez-moi de vous décrire quelques expériences sur les courants électriques obtenus avec des fils de platine unis aux extrémités du fil du galvanomètre et qui sont plongés dans l'eau distillée. Je prends un fil de platine long de 3 à 4 mètres, et, après l'avoir laissé quelques heures dans un mélange d'acides nitrique et hydrochlorique, je le lave plusieurs fois dans l'eau chaude. Ce fil est coupé en deux moitiés, et chaque portion est réunie à une extrémité du galvanomètre que j'ai décrit. En plongeant en même temps les deux bouts des fils de platine dans l'eau distillée, il est rare que l'aiguille reste à zéro ; mais ordinairement elle ne dévie que de quelques degrés, et bientôt elle revient à zéro si on laisse le circuit fermé. Si alors on retire les deux fils de platine de l'eau pour les replonger de nouveau ensemble, après quelques minutes l'aiguille ne subit plus aucune déviation. On a le même résultat si les deux fils sont essuyés avec un linge ou avec un papier avant de les plonger de nouveau. Voici comment on peut obtenir des courants très-forts et constants. Si un des fils est agité dans le liquide, si ce fil seul est retiré de l'eau, et après quelque temps plongé de nou-

veau, si on l'essuie et on le frotte avec un linge ou du papier avant de l'introduire dans le liquide, enfin, si ce fil a été chauffé sur des charbons, dans tous ces cas, on a un courant très-fort lorsqu'on ferme le circuit, et la direction de ce courant indique que le fil qui a été modifié est devenu semblable au zinc du couple voltaïque. — Il est facile de montrer, comme on réussit à le faire avec les lames de platine qui donnent les polarités secondaires, que ces courants n'existent qu'en présence du liquide interposé entre les deux fils de platine. Il n'y a pour cela qu'à retirer les deux tils de l'eau, les essuyer également, et puis en chauffer ou frotter l'un plus que l'autre ; si alors on plonge ces fils dans le mercure on n'a pas de courant, tandis qu'on l'obtient en employant de l'eau. Pour expliquer ces résultats on doit admettre avec M. de la Rive que le platine décompose ou tend à décomposer l'eau à la température ordinaire, et on peut concevoir que les circonstances que j'ai décrites influent pour augmenter cette tendance. — Voici enfin l expérience qui aide à interpréter le dégagement de l'électricité par la flamme. Je dispose les deux fils de platine de manière à ce qu'ils puissent être en contact l'un avec l'intérieur de la flamme d'une lampe à alcool et l'autre avec la surface ou avec la pointe de cette flamme. Je fais l'expérience, et je vois l'aiguille dévier de manière à indiquer un courant qui est dirigé dans la flamme de la base à la pointe. Après quelque temps j'ôte la flamme, je laisse refroidir les fils et je ferme le circuit avec de l'eau. J'ai un courant très-fort dirigé dans le même sens que lorsque j'opérais avec la flamme. Je crois à peine nécessaire de vous dire que je me suis assuré de ce résultat soit en alternant la position des deux fils de platine relativement à la flamme, soit en tenant ces deux fils au même niveau dans la flamme, cas dans lequel on n'a pas de courant, tandis qu'on en a un très-fort en employant l'eau.

Je n'hésite donc pas à conclure que le courant électrique, que vous avez obtenu de la flamme d'alcool ou d'hydrogène, est de la même nature que celui qu'on a si les deux fils de platine plongent dans l'eau après avoir été ou pendant qu'ils sont, l'un en con-





tact avec le gaz hydrogène et l'autre avec l'oxygène : le courant n'est que plus faible à cause de la mauvaise conductibilité de la flamme. On serait ainsi amené à penser : 1° que l'action entre le platine et le gaz s'exerce même à des températures très-élevées, ce qui est conforme à l'expérience ; 2° que la vapeur d'eau se laisse décomposer par le courant à la manière de l'eau liquide, ce qui reste à prouver.

27. — Observations de M. Grove sur la lettre de M. Matteucci. (*Philos. Magaz.* novembre 1854.)

M. Grove remarque d'abord que les expériences de M. Matteucci sont tout à fait favorables à l'opinion qu'il a toujours professée de l'origine chimique de l'électricité voltaïque. Il diffère seulement en un point du savant professeur italien, en ce qu'il ne croit pas que l'eau joue le rôle d'un électrolyte dans les phénomènes qu'il décrit dans sa lettre. M. Grove estime que l'eau à l'état de vapeur, comme elle l'est dans ces phénomènes, ne peut pas être électrolysée, mais qu'elle ne peut être décomposée que par des décharges ou étincelles électriques, mode de décomposition bien différent. La flamme lui paraît donc être un milieu, au point de vue de l'électricité, différent à la fois de l'eau et de l'air ; il est disposé à admettre qu'il s'y forme une chaîne électrochimique dans laquelle chaque particule de charbon ou de l'hydrogène se combine avec la particule voisine d'oxygène, et ainsi de suite, en formant une série de combinaisons et de décompositions qui peuvent conduire l'électricité. Et comme il y a excès d'oxygène à l'une des extrémités de la flamme, et excès d'hydrogène carboné à l'autre, il doit y avoir, au milieu des combinaisons moléculaires qui ne contribuent pas à la formation du courant voltaïque, un certain nombre de particules dont l'action chimique mutuelle a une direction déterminée. Ce sont celles-là qui produisent un courant électrique dont l'intensité, comme cela a effectivement lieu entre certaines limites, doit s'accroître avec la longueur de la flamme interposée.

28. — Recherches sur les propriétés optiques des corps transparents soumis a l'action du magnétisme, par M. Verdet. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 18 septembre 1854 [1].)

Dans mes premières expériences, je me suis occupé de mesurer la rotation du plan de polarisation d'un rayon de lumière qui traverse une substance transparente monoréfringente, dans une direction parallèle à la direction de l'action magnétique, et je crois avoir démontré que cette rotation est proportionnelle à la grandeur de l'action magnétique. Dans mon nouveau travail, j'ai considéré les phénomènes qui ont lieu lorsque la direction du rayon lumineux fait un angle quelconque avec la direction de l'action magnétique, et je suis encore arrivé à des lois d'une grande simplicité.

Dans cette nouvelle série de recherches, j'ai dû renoncer à me servir des appareils les plus généralement usités, qui ne permettent de donner au rayon lumineux qu'une seule direction, la direction même de l'action magnétique. J'ai dû recourir à la disposition expérimentale dont M. Faraday avait primitivement fait usage, et qui consiste à faire passer le rayon lumineux un peu au-dessus du plan des bases d'un électro-aimant ordinaire en fer à cheval. Il est clair que l'on peut ainsi donner à l'axe de la substance transparente et au rayon lumineux telle direction que l'on voudra par rapport au plan de symétrie de l'électro-aimant et conséquemment par rapport à la direction de l'action magnétique ; mais il n'est pas moins évident que, pour la rigueur des expériences, il importe que l'action magnétique soit constante en grandeur et en direction dans tout l'espace qu'occupe la substance transparente. Cette condition n'est pas

[1] Nous nous bornons pour le moment à donner l'extrait des nouvelles recherches de M. Verdet rédigé par lui-même tel qu'il se trouve dans le *Compte rendu*. Nous espérons, quand la seconde partie des recherches de M. Verdet aura paru *in extenso*, pouvoir donner à nos lecteurs une idée plus complète de la totalité du travail important de l'habile physicien français. (R.)

satisfaite lorsqu'on emploie les électro-aimants cylindriques qui se trouvent dans les cabinets de physique ; on y satisfait aisément en fixant au-dessus des bases de ces électro-aimants deux fortes armatures en fer doux, présentant en regard l'un de l'autre deux bords rectilignes et parallèles d'une assez grande étendue. Dans mon appareil, ces deux bords rectilignes avaient 16 centimètres de longueur et étaient séparés par un intervalle de 8 centimètres ; je me suis assuré, par les moyens indiqués dans mon précédent mémoire, que l'action optique et l'action magnétique étaient sensiblement constantes dans toute l'étendue du rectangle dont ces deux bords rectilignes seraient les bases, ainsi qu'un peu au-dessus et un peu au-dessous.

Le rayon lumineux, réfléchi horizontalement par un héliostat et polarisé par un prisme biréfringent, conservait une direction invariable ; il arrivait normalement sur la substance transparente, qui gardait aussi constamment la même position. L'électro-aimant seul était mobile et tournait autour d'un axe vertical passant à peu près par le centre de la substance transparente. Au commencement de chaque série d'observations, le plan de symétrie de l'électro-aimant était parallèle au rayon lumineux ; on le faisait ensuite tourner d'un angle quelconque, mais, afin de corriger les erreurs qui auraient pu tenir à un défaut de symétrie dans l'ajustement de l'appareil, on répétait chaque observation deux fois, en faisant tourner successivement l'électro-aimant d'un même angle à droite et à gauche de sa position primitive.

Les résultats des expériences peuvent, ainsi que je l'ai annoncé plus haut, se formuler d'une manière très-simple. Quelle que soit la direction du rayon lumineux par rapport à la direction de l'action magnétique, le phénomène optique observé n'est jamais qu'une rotation du plan de polarisation, et cette rotation est proportionnelle au cosinus de l'angle compris entre les deux directions dont il s'agit, proportionnelle, par conséquent, à la composante de l'action magnétique parallèle au rayon de lumière. J'ai vérifié cette loi sur les substances étudiées dans mon précédent mémoire,

le verre pesant, le flint ordinaire et le sulfure de carbone, et j'ai étendu mes expériences jusqu'à des angles de 80 degrés, compris entre la direction du rayon lumineux et celle de l'action magnétique.

---

29. — Expériences sur la conductibilité électrique du fer aimanté, par M. E. Edlung. (*Annalen de Poggend.*, vol. 93, page 325, n° 10 de 1854.)

M. Maggi avait trouvé que le fer doux, lorsqu'il est aimanté, éprouve une modification dans sa faculté conductrice pour la chaleur. Il avait remarqué que la chaleur se propage plus rapidement dans une direction perpendiculaire à la ligne qui joint les pôles magnétiques que dans une direction parallèle à cette ligne[1]. Abraham avait cru trouver aussi que l'acier aimanté conduit mieux l'électricité que l'acier à l'état naturel, mais les expériences de ce physicien ne pouvaient inspirer une grande confiance, à cause de la manière dont elles étaient dirigées. Aussi M. Wartmann ayant repris la question, avait trouvé que la conductibilité électrique ne subit aucun changement par l'effet du magnétisme[2].

M. Edlung a voulu soumettre ce sujet à un nouvel examen. En faisant les expériences avec toutes les précautions possibles et les appareils les plus délicats, il a trouvé que la conductibilité du fil de fer est parfaitement la même, qu'il soit aimanté ou non. Le résultat est le même, que l'électricité se propage dans le sens de la ligne qui joint les pôles magnétiques, ou dans une direction perpendiculaire à cette ligne. Dans le premier cas, les fils de fer étaient placés au nombre de onze dans l'intérieur d'une bobine qui les aimantait dans le sens de leur longueur. Dans le second cas, ils étaient placés entre les armatures d'un gros électro-aimant dont les faces polaires avaient 180 millimètres de longueur et 13 de largeur, de manière à pouvoir être aimantés perpendiculairement à leur longueur. On avait

[1] *Archives des Sciences physiques*, tome XIV, p. 132.
[2] *Archives des Sciences physiques*, tome XIII, p. 35.





soin de les isoler, soit de l'électro-aimant, soit les uns des autres, en ne les faisant communiquer entre eux que par leurs bouts alternatifs, de manière à former un circuit continu. On n'apercevait aucune différence dans leur conductibilité électrique, qu'ils fussent aimantés ou non. Ajoutons que la détermination des différences de conductibilité se faisait en obligeant un courant de se partager entre un circuit constant et le circuit formé par les fils de fer, et en introduisant un rhéostat dans ce dernier circuit, pour déterminer les plus légères variations de son pouvoir conducteur.

M. Edlung généralise ainsi, en le confirmant, le résultat obtenu déjà par M. Wartmann, de sorte qu'il conclut de ses expériences que *le fer doux, en devenant magnétique, n'éprouve pas de changement sensible dans sa conductibilité électrique, quelle que soit la direction dans laquelle l'électricité chemine relativement à la ligne qui joint les pôles de l'aimant*[1].

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

30. — SUR LA GÉOLOGIE DES MONTAGNES ROCHEUSES, ENTRE LE FORT SMITH (ARKANSAS) ET ALBUQUERQUE (NOUVEAU MEXIQUE), par M. J. MARCOU. (*Bulletin de la Société géol. de France*, 2me série, tome XI, p. 156.)

Ce travail est une lettre que l'auteur a écrite d'Albuquerque, Nouveau Mexique, en date du 9 novembre 1853. On y voit qu'il est arrivé à déterminer l'âge des Montagnes rocheuses. A Albu-

[1] Nous ne trouvons pas que l'expérience de M. Edlung soit bien concluante dans le cas où les fils sont aimantés perpendiculairement à leur largeur, car en les plaçant, comme il le fait, entre les deux pôles d'un fort électro-aimant perpendiculairement à la ligne qui joint ces pôles, nous doutons fort qu'il leur donne un magnétisme transversal et même un magnétisme quelconque. M. Edlung n'aurait donc fait que confirmer le fait déjà signalé par M. Wartmann, que la conductibilité électrique n'est pas influencée dans le sens de la ligne qui joint les pôles magnétiques du fer doux. (R.)

querque le sommet de la chaîne s'élève à 11,000 pieds au-dessus du niveau de la mer; il est formé de calcaire carbonifère contenant les *Productus semireticulatus*, *P. punctatus*, *P. Flemingi;* les *Spirifer striatus*, *S. lineatus*, *Orthis erenistria, etc.* Ce terrain carbonifère est soulevé; sa dislocation, qui a donné naissance à la chaîne principale des Montagnes rocheuses, dirigée du nord au sud, a eu lieu à la fin du *terrain jurassique américain* et *avant* le dépôt du néocomien et du terrain crétacé des prairies de l'ouest.

---

31. — SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DES ALPES. Extrait d'une lettre de M. ROZET à M. Elie de Beaumont. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1854, XXXIX, p. 473.)

« Barcelonnette, 19 août.

« .... Je me propose de présenter cet hiver à l'Académie la série des observations que j'ai faites dans les Alpes. Aujourd'hui, je vais vous les résumer très-succinctement. Voici l'ordre des superpositions des terrains, depuis le massif du Pelvoux jusqu'à la hauteur d'Entrevaux, sens du nord au sud [1].

« *A* gneiss, protogyne, granit, micaschiste, etc.

« *B* lias ; *b* lias inférieur, *b'* lias supérieur.

« *C* grès à anthracite avec plantes de l'époque houillère, équisetum, fougères, sigillaria, etc.

« *D* calcaire jurassique moyen, avec ammonites, quelques bivalves et nombreuses empreintes d'annélides.

« *E* terrain nummulitique, calcaire, macigno et grès quartzeux.

« Le lias est parfaitement caractérisé sur plusieurs points par ses fossiles principaux.

« Le grès à anthracite qui le recouvre et qui se trouve intimement lié avec lui, ainsi qu'avec le calcaire jurassique moyen qu'il

[1] Les lettres renvoient à un diagramme qui n'a pu être reproduit ici, mais dont la présence n'a pas paru indispensable pour faire comprendre les indications données par le texte.





supporte, existe d'une manière assez continue depuis la vallée de la Romanche jusqu'à la hauteur de Mont-Dauphin et d'Embrun ; ensuite, au sud de la Durance, il ne se montre plus que par intervalles, où se rencontrent toujours des traces ou des veines d'anthracite. Quand il manque, le lias et le calcaire jurassique sont intimement liés.

« A l'étage jurassique moyen appartient toute la masse des schistes ardoisés, des talcschistes avec veines de quartz, etc., qui s'étend depuis la vallée de l'Ubayette, des deux côtés de celle de l'Ubaye en passant par le mont Viso, bien au delà du mont Cenis, et probablement jusqu'où vous l'indiquez dans votre carte.

« Ces schistes, regardés d'abord comme primitifs, ramenés dans le terrain de transition par M. Brochant, remontés par vous jusque dans le *lias*, occupent exactement la place que je leur assigne ; j'ai pu m'en assurer en les suivant pas à pas, le long de la vallée de l'Ubaye, jusqu'au pied du mont Viso.

« Le métamorphisme des calcaires résulte de l'éruption de ces belles masses de serpentine indiquées dans votre carte, et si nombreuses autour du Viso, plus d'une éruption de quartz, hyalin et blanc, qui a pénétré ces mêmes calcaires jusqu'à une grande étendue, mais d'une autre manière que la serpentine. C'est là un superbe phénomène, dont la découverte vous appartient, qui donne naturellement l'explication de ces nombreuses anomalies que présentent les Alpes. L'étude approfondie de cette curieuse masse de montagnes amènera de grands changements dans les classifications géologiques, et fera remonter dans la série beaucoup de terrains placés en bas. Il restera toujours, néanmoins, cette grande anomalie paléontologique : les plantes du terrain houiller dans le terrain jurassique, et cela sur une étendue de plus de 40 lieues.

« Le terrain nummulitique se trouve partout supérieur à tous les étages secondaires et souvent presque concordant avec eux. »



32. — Sur la Sicile et les îles Lipari, par M. Vilanova. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2me série, XI, p. 80.)

Dans une intéressante communication que M. Vilanova a faite à la Société géologique de France, il a remarqué la singulière coïncidence qui eut lieu entre l'éruption de l'Etna qui a commencé le 20 août 1852, à une heure du matin, et la destruction de la ville de Santiago de Cuba, qui fut causée à ce même moment par un tremblement de terre. L'auteur donne quelques détails sur cette éruption à laquelle il a assisté, et termine par les détails suivants : «J'ajouterai, dit-il, deux faits très-curieux que j'ai- moi-même pu constater ; ce sont : 1° la maturation, au mois de décembre, de plusieurs fruits, surtout de poires, tout autour de l'extrémité inférieure de la lave de Zafarana et de Nilo ; 2° la combustion superficielle et tout à fait incomplète de branches d'arbres et même de vigne qui, d'un autre côté, étaient tout à fait abîmées par l'action mécanique de la lave » Ce fait peut avoir quelque importance pour éclairer la question de savoir si le chlorure d'ammonium des éruptions volcaniques est le résultat de la combustion des végétaux ; l'auteur ne pense pas que cette action soit la cause de la formation de cette matière. Nous passerons sous silence quelques réflexions de l'auteur au sujet de la prétendue liaison des hippurites et des nummulites du cap Passaro, pour nous arrêter sur les observations plus nouvelles. Ces remarques ont pour but l'âge des îles Lipari, dont la constitution a été décrite par plusieurs savants, mais dont aucun n'a pu fixer l'époque de formation. Cette détermination n'est cependant pas encore parfaite. Il reste à M. Vilanova à étudier les nombreux matériaux qu'il a emportés à Madrid et à fixer leur âge pour connaître celui des îles Lipari. Il n'en est pas moins vrai que l'apperçu qu'il donne de son travail présente déjà de l'importance. En effet, M. Vilanova a trouvé vers l'ouest de l'île Lipari, au lieu dit *Bagnosecco*, une montagne élevée d'environ 100 mètres composée entièrement d'une formation sédimentaire encore horizontale, contenant des troncs de palmiers ayant deux mètres de hauteur environ, et encore debout ; il n'y a donc aucun doute à avoir sur le fait que



cette formation est dans la même position où elle a été déposée. Cette formation contient des végétaux fossiles appartenant à une flore tertiaire probablement pliocène. La position horizontale de ce terrain indique que sa formation est postérieure aux roches volcaniques qui l'entourent de toutes parts. Par conséquent le soulèvement des îles Lipari est antérieur à l'époque tertiaire.

---

33. — (On the Geological.....) Sur la structure géologique et sur le phénomène erratique d'une partie des Alpes bavaroises, par M. A. Schlagintweit. (*Société géolog. de Londres*, 5 avril 1854.)

L'auteur décrit les caractères et la disposition de plusieurs terrains qui entrent dans la constitution d'un district (d'environ 25 milles carrés) placé entre la vallée de Loisach à l'ouest et celle de l'Isar à l'est, renfermant le Noth, le Zuspitze, l'Alpspitze, le Wetterstein, etc.

Les formations qui constituent le sol de cette contrée, sont le calcaire alpin inférieur et la dolomie, qui sont probablement de l'âge du muschelkalk; le lias et le terrain jurassique, le calcaire alpin supérieur qui est peut-être l'équivalent du néocomien ; les couches crétacées les plus supérieures contiennent des orbitolites Ce district est traversé par un système de failles de contournement, et de dislocations fort compliqué, et les renversements n'y sont pas rares.

Les masses de gypse avec des brèches dolomitiques et des calcaires celluleux se trouvent dans les principales lignes de dislocations. En s'occupant des glaciers, l'auteur a fixé son attention principalement sur le polissage, le striage des roches et sur leurs formes arrondies; ces caractères se rencontrent aussi quelquefois dans des masses de gneiss ou de granit qui s'exfolient; on découvre alors dans ces roches, à mesure que l'on enlève ces feuilles, des surfaces arrondies, polies et striées, qui ont une origine tout autre que celles qui se rattachent à l'action des glaciers.

34.—EXTRAIT D'UNE LETTRE DE M. LE Dr CH. JACKSON A M. ELIE DE BEAUMONT. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1854, tome XXXVIII, p. 838.)

Depuis le mois de mars dernier (1853), j'ai été constamment occupé de l'exploration des célèbres régions aurifères et cuprifères de la Caroline du Nord, de la Géorgie et du Tennessee, et j'ai fait connaître au public beaucoup de mines importantes d'or, de cuivre et de combustibles minéraux.

Il paraît maintenant, d'après les caractères que présentent les fossiles, que la formation carbonifère des rives du *Deep River*, dans la Caroline du Nord, appartient, comme celle des environs de Richmond, en Virginie, à la formation du lias ou des oolithes. On y trouve des feuilles de Zamia et plusieurs autres fossiles liassiques, des Possidonies, la *Mya minuta* ainsi que des écailles et coprolithes de poissons qui paraissent appartenir au genre *Catopterus* de Redfield, en même temps que des dents de nombreux poissons sauroïdes et de reptiles sauriens. Dans ce bassin carbonifère il existe plusieurs couches d'excellente houille bitumineuse propre à l'éclairage par le gaz, dont quelques-unes ont 7 ou 8 pieds d'épaisseur (2 mètres à $2^{m},50$).

La houille repose sur une couche d'*underclay* que supporte une assise épaisse de conglomérat; elle est recouverte par une argile schisteuse surmontée d'un grès rouge peu solide. A leur affleurement les couches plongent de 20° au sud-est; mais, à la distance d'un demi-mille, elles deviennent horizontales; l'affleurement qui doit former le bord opposé du bassin n'a pas encore été découvert.

Ce dépôt carbonifère repose transgressivement sur des schistes talqueux inclinés au nord-ouest de 75 degrés. Ces derniers constituent la formation aurifère de la Caroline du Nord. Il existe dans cette région un grand nombre de mines d'or où les pyrites ferrugineuses aurifères se sont trouvées remplacées, à une profondeur de 100 à 150 pieds anglais (30 à 46 mètres), par des pyrites cuivreuses, de sorte que les parties inférieures sont exploitées pour le cui-



vre, tandis que les parties supérieures sont exploitées pour l'or. Les mines les plus profitables sont : *Checubock gold hill*, *Capps mine*, *Union county gold mines*. La *North Carolina copper mine* est aussi très-riche en cuivre, et en envoie des quantités considérables sur le marché.

Dans la Géorgie j'ai ouvert une mine d'or très-riche, dans laquelle on trouve de l'or en grains grossiers avec du sable noir comme celui de la Californie. Les roches, qui sont des schistes talqueux et micacés, sont décomposées jusqu'à la profondeur de 80 pieds et plus (24 mètres).

Dans le Tennessee, j'ai examiné les grand filons d'oxyde noir de cuivre, qui sont vraiment remarquables. L'oxyde noir de cuivre forme la partie supérieure du filon jusqu'à la profondeur de 90 ou 100 pieds anglais (27 à 30 mètres), et l'on arrive alors à un mélange de pyrite de fer et de cuivre qui, par leur décomposition, ont donné naissance aux puissants dépôts d'oxyde noir de cuivre qui viennent d'être mentionnés , et aux minerais de fer hématites qui les accompagnent. Ces mines sont situées dans le comté de Polk, près des confins de la Géorgie; elles sont ouvertes maintenant sur une grande étendue, et exploitées avec avantage.

BOTANIQUE.

35. — TULASNE; NOTE SUR LES CHAMPIGNONS ENTOPHYTES, TELS QUE CELUI DE LA POMME DE TERRE. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris*, 26 juin 1854.)

La maladie de la pomme de terre, en ce qui concerne le tubercule nous paraît une maladie du tissu cellulaire, une espèce de gangrène végétale, mais elle est ordinairement précédée par un état morbide des tiges et des feuilles, et dans cette portion de la plante les cryptogames parasites jouent un rôle considérable. Sans vouloir affirmer si ces cryptogames sont une cause ou un effet de la maladie, il est intéressant de savoir à quel genre elles appar-

tiennent et quel est leur mode de végétation. L'opinion de M. Tulasne est importante à connaître sous ce point de vue.

Selon lui et selon MM. Berkeley, Braun, etc., le *Botrytis Solani* (*B. infestans*, Mont. *Peronospora trifurcata*, Unger), n'est pas innocent des taches qui apparaissent sur les feuilles et les tiges de la pomme de terre, ni, par conséquent, étranger à la dessiccation de ces organes. Champignon entophyte et véritable parasite, il se nourrit et donne ses premiers fruits aux dépens de tissus verts et pleins de vie, dont il épuise rapidement tous les sucs. La coloration en brun peut avoir lieu cependant sans que les rameaux conidifères se soient montrés, mais on peut provoquer le développement tardif de cet appareil reproducteur en humectant les parties colorées en brun, lesquelles sont déjà pénétrées des filaments qui constituent le *mycelium* du champignon. Les ramifications conidifères sortent par les stomates, et, dans les points dépourvus de ces ouvertures, en rompant le tissu de l'épiderme.

Le Botrytis de la pomme de terre ne doit pas être comparé aux moisissures qui apparaissent sur les matières végétales en décomposition. Il végète en véritable parasite des corps vivants, ou du moins il commence ainsi. Un examen attentif de sa manière de vivre a révélé à M. Tulasne un double mode de reproduction. Tantôt on voit se produire des ramifications extérieures conidifères, c'est l'état le plus anciennement observé et le plus apparent; tantôt les spores ou graines proprement dites du parasite naissent sous l'épiderme de la feuille ou tige de pomme de terre, dans des cellules plus grandes que celles du *mycelium* et qui partent de ses filaments. Ces spores sont plus volumineuses que les conidies et présentent une organisation plus compliquée, car on reconnaît une membrane superficielle (épispore) et une substance interne (endospore), qui contient un liquide oléagineux. M. Tulasne a constaté ce dimorphisme non-seulement dans le *Peronospora* de la pomme de terre, mais dans plusieurs autres espèces. Ainsi, plus on observe plus on voit augmenter, dans les deux règnes, le nombre des genres qui présentent deux modes de reproduction, suivant les

époques et suivant les circonstances extérieures. M. Tulasne a beaucoup contribué à ces découvertes si remarquables.

---

36. — De Rouville; Monographie du genre lolium; br. in-4°. Montpellier, 1853.

M. Paul de Rouville, auquel on doit une description géologique fort intéressante des environs de Montpellier, s'est occupé du genre Lolium, dont il a publié une monographie comme thèse, dans le but d'obtenir le grade de docteur. Ce travail a été fait au moyen de plusieurs collections importantes de Montpellier, Turin, Genève, etc. Il présentait de véritables difficultés, car si le genre est bien distinct, les espèces le sont fort peu. Chaque botaniste les admet ou les rejette en raison de ses tendances au sujet de la constitution des espèces, et souvent d'un aperçu plus ou moins superficiel.

M. P. de Rouville a décrit et classé les modifications des Lolium comme des formes, qu'il appelle des types et sous-types, sans employer les mots d'espèce ou de variété. Cette réserve atteste beaucoup de modestie et une intention louable de ne pas décider sur des points obscurs et contestables. Il faut convenir ceependant que les livres de botanique deviendraient bien difficiles à comparer et à citer avec un semblable système. Aussi, à tout prendre, regrettons-nous que l'auteur ne se soit pas hasardé à constituer des espèces tant bien que mal, persuadés qu'il aurait réussi mieux que beaucoup d'autres. Si de bons esprits renoncent aux espèces parce qu'on les conteste souvent, d'autres renonceront aux genres et d'autres aux familles, car on conteste aussi beaucoup de genres et beaucoup de familles, et alors que deviendrait la science des Tournefort, des Linné et des Jussieu? Ces grands hommes, à notre avis, n'ont pas travaillé en vain lorsqu'ils ont créé un système compliqué de nomenclature et de classification. Si quelques modernes ébranlent cet édifice, en s'éloignant des idées selon lesquelles on a proposé les genres, les espèces et les familles, ce n'est pas une raison pour

abandonner une création aussi remarquable. A notre avis la nomenclature admise en histoire naturelle est constituée sur de bonnes bases, et la preuve en est qu'elle survit à la nomenclature chimique dont la supériorité aurait été jugée incontestable il y a 30 ans. Je reviens aux Lolium dont les formes, tout *anonymes* qu'elles soient, paraissent avoir été fort bien étudiées par M. de Rouville. Selon lui, la durée des racines est un caractère variable et incertain. La forme des épillets et celle des fleurs sont préférables, comme principe de distinctions. Il admet deux *types* dans les Lolium ; ceux à épillets allongés, à fleurs lancéolées (Lolium felix) ; ceux à épillets globuleux, à fleurs elliptiques (L. infelix). Le premier se subdivise suivant que les glumes sont : 1° plus courtes que l'épillet, ou 2° plus longues ou égales à l'épillet. La présence ou l'absence des arêtes conduit à de nouvelles subdivisions, puis le nombre des fleurs, etc. Ce système est résumé dans un tableau synoptique. Le corps de l'ouvrage donne les descriptions et les synonymes des divers types, sous-types, et de leurs subdivisions. Enfin, trois planches qui terminent l'ouvrage, expliquent les faits et complètent les descriptions.

---

37. — TORREY (Dr John) ; SUR LE BATIS MARITIMA. (*Observations on the Batis maritima*, dans *Smithsonian contributions*, 1853.)

Le docteur Torrey a publié sous ce titre une description complète et une figure de cette plante connue depuis longtemps, mais mal connue, et dont la place dans l'ordre des familles naturelles est un objet de contestation. Laissé par Endlicher dans les *Genera incertæ sedis* le genre Batis a été rapporté tantôt aux Chenopodiacées, tantôt aux Urticacées ou aux Euphorbiacées, sans parler d'opinions tout à fait singulières émises par quelques auteurs. Lindley, qui paraît s'en être occupé avec attention, avait placé le Batis dans le groupe général (alliance) des Euphorbes, près des Empetrum, qui sont le type d'une petite famille. M. Torrey adopte





cette manière de voir, seulement il estime qu'on pourrait faire du Batis une famille à côté des Empétracées. Déjà M. de Martius avait proposé la séparation comme famille, mais sans donner des caractères précis, et en assignant une place différente, près des Podostemonées et des Salicinées.

Le Batis, d'après M. Torrey, concorde avec les Empetrum par les fleurs dioïques, les étamines définies, l'ovaire à plusieurs loges, l'ovule anatrope, le fruit drupacé et la radicule infère; il s'en distingue, cependant, par le port, le défaut de sépales ou bractées embriquées, la présence d'une corolle (dans les fleurs mâles) et partiҍulièrement par le défaut d'albumen.

L'auteur décrit une nouvelle espèce trouvée en Californie. L'ancienne est une plante des Antilles, de Carthagène et des Etats-Unis, jusqu'au 33me degré de latitude. Comme il y a toujours de l'intérêt à voir s'ajouter une espèce dans un genre monotype, constituant une famille distincte ou au moins une tribu de quelque famille, nous citerons les phrases comparatives.

Batis maritima : foliis oblongo-linearibus, floribus masculis sine corpore centrali filiformi.

Batis californica (Torr.) : foliis obovato-oblongis, floribus masculis corpore centrali filiformi apice capitato instructis.

Le docteur Torrey rappelle que le *Batis vermicularis Hook.* est devenu son genre *Fremontia*, dont le nom doit céder à celui de *Sarcobatus Nees*, qui est plus ancien. A cette occasion il insiste sur ce que ce genre est une Chenopodiacée, et s'étonne de ce qu'il a été omis par M. Moquin dans le Prodromus. Le fait est qu'il n'a pas été précisément omis, mais que l'auteur (vol. XIII, part. 2, p. 219) l'a exclu des Salsolacées ou Chenopodiacées sans expliquer ses motifs.

---

38. — NOTE SUR LA FAMILLE DES SARRACENIACÉES.

M. J. Torrey vient de publier dans les mémoires du *Smithsonian institution* (Washington, 1853), un troisième genre de cette fa-



mille intéressante, qui se composait jusqu'à présent des Sarracenia et du genre Heliamphora Benth., propre à la Guyane. Il a été découvert en Californie, et M. Torrey, ne considérant pas les genres nommés en l'honneur de M. Darlington comme admis dans la science, propose de l'appeler Darlingtonia. Les feuilles sont transformées en urne, comme dans les Sarracenia, mais l'opercule est profondément divisé en deux lobes. Les caractères principaux, d'après M. Torrey, sont d'avoir des étamines moins nombreuses que les Sarracenia, et surtout de présenter cinq stigmates de forme ordinaire, oblongue ou linéaire, à la place du disque recourbé sur les bords, qui est si remarquable dans le genre primitif de la famille. Sous ce dernier point de vue, les trois genres sont bien distincts; le Sarracenia ayant un disque foliacé extraordinaire en forme de parapluie, le Darlingtonia cinq stigmates, et l'Heliamphora un style tronqué, sans lobes stigmatiques.

La figure publiée par M. Torrey indique un autre caractère dont il ne parle pas, et qui serait bien remarquable, s'il est réel, c'est-à-dire si le peintre n'a pas fait erreur. Les cinq loges de l'ovaire sont représentées comme *alternes* avec les sépales; or, dans le Sarracenia purpurea, que j'ai eu l'occasion d'observer vivant, les cinq loges sont *opposées* aux sépales. Le dessinateur employé par M. Torrey est le même que celui auquel nous devons les excellentes planches du *Genera of United states* de M. Asa Gray, et dans ce dernier ouvrage, M. Sprague a bien représenté les loges du Sarracenia opposées aux sépales (voir vol. I, pl. 45) comme elles le sont effectivement. Se serait-il trompé dans la planche du mémoire de M. Torrey? j'en doute, vu son exactitude ordinaire. D'un autre côté, il est difficile de croire à des symétries contraires dans des genres aussi voisins. J'ai trouvé un fait de cette nature dans la famille des campanulacées[1], et il m'a servi à établir plusieurs genres, qui étaient indiqués en outre par le port. Ce n'est donc pas une chose sans exemple, mais elle est rare, et elle a besoin d'être bien constatée pour être admise. Je signale donc aux botanistes américains, à

[1] Monographie des Campanulées, 1 vol. in-4°. Paris, 1830.



M. Torrey, en particulier, l'intérêt qu'il y aurait à vérifier la fig. 1 de la planche de M. Sprague.

Le genre Heliamphora ne peut rien apprendre sur cette symétrie, parce que le nombre des loges ne correspond pas à celui des autres parties de la fleur.

Alph. DC

ERRATA.

Cahier de septembre 1854 des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*

Page 55, ligne 28, *au lieu de* 2,010 mètres, *lisez* 2,040 mètres.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1854.

Le 3, à 3 h. 20 m., éclairs et tonnerres à l'O.; l'orage passe à l'E., et de 3 h. 35 m. à 4 h., les éclairs et les tonnerres se succèdent sans interruption à l'E. et au S.

» 9, de 6 h. à 7 h. du soir, éclairs à l'E., orages sur les montagnes.

» 10, de 1 h. 50 m. à 2 h. 30 m., tonnerres à l'E.; l'orage se meut du N. au S., le long des Voirons et de Salève.

» 11, très-faible halo solaire, de 3 h. à 5 h.

» 12, de 10 h. 5 m. à 10 h. 20 m. du soir, on a vu à une hauteur de 15° au-dessus de l'horizon, dans la direction de l'ESE., une lueur d'un rouge très-brillant et d'une intensité variable d'un instant à l'autre. Cette lueur, qui n'occupait qu'un espace très-circonscrit, présentait une apparence analogue à celle d'une aurore boréale, quoique la direction dans laquelle on la voyait ne permette pas d'établir un rapprochement entre les deux phénomènes. La lune était levée, mais comme elle se trouvait à plus de 30° de cette région, on ne peut pas lui attribuer cet effet. Le ciel était couvert dans cet endroit de grosses masses nuageuses distinctes; le point le plus brillant semblait coïncider avec un interstice, et la lumière se projeter en diminuant sur les nuages voisins.

» 16, première neige de la saison sur toutes les montagnes des environs, sauf sur le petit Salève.

» 18, il a de nouveau neigé sur les montagnes des environs.

» 20, éclairs au SE. toute la soirée, jusqu'à 10 h. 15 m.

» 22, faible gelée blanche le matin.

» 24, beau halo solaire, de 2 h. 15 m. à 3 h. 30 m.

» 25, forts éclairs sans tonnerres, de 5 h. 30 m. à 7 h., à l'horizon O.

» 26, éclairs à l'E., entre 9 h. et 10 h.

» 29, gelée blanche le matin.

Température du Rhône :

1re décade,	+16°,56
2me »	+14°,82
3me »	+10°,67
Mois	+13°,92

Maximum, le 4, + 16°,9. Minimum, le 26 + 7°,3.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les	VENT	Clarté moy. du	Limnimètre à midi.
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	24 h	dominant.	Ciel.	
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm			pouces.
1	732,76	732,19	731,48	731,96	+ 7,6	+15,3	+18,3	+11,0	+ 3,5	+18,5	0,82	0,62	0,40	0,78	»	variab.	0,01	34,0
2	732,27	731,07	728,68	728,50	+ 8,2	+17,0	+18,3	+14,2	+ 3,4	+23,5	0,86	0,64	0,70	0,89	»	variab.	0,07	34,0
3	726,67	725,60	724,72	725,55	+12,6	+17,2	+15,0	+14,3	+ 9,9	+21,4	0,80	0,80	0,90	0,94	10,2	variab.	0,83	34,0
4	726,63	725,84	725,54	726,60	+10,7	+20,8	+18,2	+15,4	+ 9,5	+22,6	1,00	0,44	0,49	0,59	»	S. 1	0,67	33,5
5	727,03	726,26	724,96	725,63	+15,2	+21,5	+20,8	+15,2	+10,9	+22,7	0,70	0,41	0,46	0,78	»	S. 1	0,21	33,5
6	724,63	722,90	721,50	721,51	+16,3	+20,7	+21,6	+17,5	+ 9,8	+22,1	0,59	0,50	0,43	0,56	»	S. 2	0,13	33,0
7	724,37	724,50	724,08	723,94	+11,6	+23,5	+23,7	+18,4	+10,4	+23,3	0,87	0,39	0,37	0,57	»	S. 1	0,26	33,0
8	729,23	728,47	726,82	727,02	+12,8	+18,1	+20,0	+16,7	+ 8,5	+20,4	0,84	0,63	0,58	0,77	»	N. 2	0,03	33,0
9	725,96	724,44	724,82	726,15	+12,4	+13,3	+15,8	+15,1	+11,3	+17,3	0,90	0,85	0,75	0,71	»	NNE. 1	0,92	32,5
10	729,02	729,02	729,20	730,90	+12,0	+18,6	+17,1	+12,8	+ 8,4	+19,7	0,88	0,61	0,83	0,90	»	variab.	0,60	32,5
11	732,06	731,44	730,00	729,59	+11,4	+16,5	+17,1	+12,8	+ 7,8	+18,0	0,89	0,63	0,54	0,72	»	N. 1	0,52	32,5
12	727,63	726,52	726,57	727,76	+ 9,4	+15,3	+13,3	+11,8	+ 8,8	+13,8	0,97	0,63	0,67	0,70	8,7	N. 3	0,97	31,5
13	728,48	728,25	728,31	729,23	+10,1	+11,2	+12,3	+11,4	+ 9,2	+12,4	0,78	0,69	0,60	0,64	»	N. 2	1,00	31,5
14	730,24	729,21	729,06	729,29	+ 9,6	+11,8	+11,5	+ 9,7	+ 8,1	+12,7	0,73	0,61	0,60	0,64	»	NNE. 2	0,64	31,0
15	728,38	727,77	727,26	727,43	+ 8,1	+ 8,3	+ 6,4	+ 6,0	+ 5,5	+10,1	0,80	0,79	0,90	0,95	4,4	variab.	1,00	30,0
16	726,76	726,35	725,27	725,01	+ 7,7	+10,0	+10,1	+ 7,7	+ 5,0	+10,7	0,88	0,69	0,65	0,85	0,3	S. 1	0,82	30,0
17	718,76	716,14	714,12	714,05	+ 6,4	+12,3	+10,7	+ 8,9	+ 2,5	+12,9	0,82	0,57	0,72	0,96	9,7	S. 1	0,93	30,0
18	715,83	717,50	718,66	720,27	+ 8,7	+ 8,8	+ 8,5	+ 6,9	+ 5,4	+ 9,4	0,81	0,74	0,79	0,84	28,8	SSO. 1	0,87	29,0
19	723,79	724,73	724,99	725,90	+ 8,0	+10,5	+10,6	+ 7,8	+ 5,8	+11,3	0,88	0,75	0,67	0,83	0,4	variab.	0,86	29,0
20	723,91	722,33	720,00	718,95	+ 5,0	+ 9,2	+ 9,4	+ 5,6	+ 2,7	+10,1	0,94	0,78	0,76	0,92	»	variab.	0,35	28,0
21	715,45	717,07	718,54	720,17	+ 5,9	+ 8,0	+ 5,7	+ 5,8	+ 1,0	+11,2	0,97	0,81	1,00	0,92	4 9	S. 1	0,96	28,0
22	723,07	722,75	722,89	723,11	+ 2,8	+10,5	+10,0	+ 9,8	+ 0,5	+11,7	0,93	0,57	0,58	0,63	»	SO. 1	0,70	27,5
23	719,13	718,25	717,04	720,37	+13,4	+14,0	+12,9	+ 8,2	+ 7,3	+12,7	0,72	0,66	0,69	0,88	27,7	SSO. 2	1,00	27,0
24	722,69	722,90	720,14	719,05	+ 9,3	+10,3	+12,0	+11,7	+ 7,0	+13,3	0,71	0,65	0,62	0,59	0,5	SSO. 1	0,86	26,0
25	716,79	714,57	712,67	716,83	+11,6	+17,4	+16,4	+11,0	+ 9,2	+17,6	0,82	0,55	0,64	0,70	12,0	SSO. 2	0,93	26,5
26	725,76	723,85	725,52	727,06	+ 7,6	+15,0	+12,4	+ 6,2	+ 3,7	+14,5	0,65	0,38	0,43	0,80	»	S. 1	0,10	26,0
27	732,17	733,56	734,29	736,10	+ 5,2	+12,5	+10,4	+ 6,0	+ 2,1	+15,0	0,88	0,61	0,60	0,75	»	variab.	0,47	25,0
28	736,81	737,04	736,34	737,52	+ 4,6	+ 8,2	+ 9,1	+ 6,4	+ 1,8	+ 9,5	0,89	0,68	0,68	0,80	»	N. 1	0,30	24,0
29	737,37	736,43	735,54	736,05	+ 1,0	+ 8,7	+10,8	+ 6,7	- 0,7	+11,3	1,00	0,80	0,74	0,94	»	N. 1	0,00	23,0
30	734,98	734,15	732,89	735,47	+ 2,4	+ 7,1	+10,9	+ 6,1	+ 0,4	+11,6	1,00	0,99	0,79	1,00	»	SSE. 1	0,66	22
51	734,42	734,30	733,72	735,30	+ 2,4	+ 5,6	+ 6,0	+ 5,4	+ 0,5	+ 6,8	1,00	0,98	1,00	1,00	»	O. 1	1,00	2

Moyennes du mois d'Octobre 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
					Baromètre.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	727,32	727,86	727,74	727,03	726,33	726,18	726,56	726,98	727,16
2e »	725,22	725,58	725,49	725,03	724,61	724,42	724,67	724,75	724,81
3e »	726,62	727,15	727,33	726,99	726,43	726,31	727,06	727,71	728,04
Mois...	726,39	726,87	726,87	726,37	725,81	725,66	726,13	726,52	726,71
					Température.				
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 9,85	+11,96	+15,69	+18,58	+20,51	+18,88	+16,62	+15,06	+13,82
2e »	+ 7,81	+ 8,44	+10,13	+11,19	+11,26	+10,97	+ 9,82	+ 8,86	+ 8,01
3e »	+ 5,21	+ 6,02	+ 8,71	+10,48	+11,11	+10,60	+ 8,84	+ 7,57	+ 6,54
Mois...	+ 7,55	+ 8,72	+11,42	+13,32	+14,19	+13,39	+11,66	+10,40	+ 9,36
					Tension de la vapeur.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	8,23	8,59	9,44	9,16	8,73	9,32	9,53	9,40	9,15
2e »	6,89	7,06	7,06	6,81	6,60	6,68	6,85	6,80	6,68
3e »	5,76	6,34	6,35	6,46	6,58	6,65	6,71	6,32	6,23
Mois....	6,94	7,31	7,57	7,44	7,28	7,52	7,66	7,47	7,32
					Fraction de saturation.				
1re décade,	0,90	0,83	0,72	0,59	0,50	0,59	0,68	0,75	0,78
2e »	0,87	0,85	0,76	0,69	0,67	0,69	0,76	0,81	0,83
3e »	0,87	0,87	0,76	0,70	0,67	0,71	0,79	0,82	0,87
Mois . .	0,88	0,85	0,75	0,66	0,61	0,66	0,74	0,79	0,83

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	"
1re décade,	+ 8,54	+21,35	0,37	10,2	33,3
2e »	+ 6,08	+12,14	0,82	52,3	30,3
3e »	+ 2,98	+12,11	0,64	45,1	25,1
Mois....	+ 5,77	+15,10	0,61	107,6	29,4

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 37°,2 O. et son intensité est égale à 18 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois d'Octobre: 1015mm, répartie comme suit :

	mm
le 3	40
le 15	35
le 15	177
le 17	5
le 18	210
le 19	73
le 23	210
le 25	265

La neige a pris pied depuis le 12 octobre.
Le lac a été entièrement couvert de glace dans la nuit du 19 au 20 octobre.



du mois	Baromètre réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	Température en degrés centigrades. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	Hygromètre. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	Eau dans les 24 h.	Vent dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	570,79	571,59	571,62	572,63	+ 4,3	+ 9,0	+ 7,5	+ 5,3	+ 1,0		81	83	79	85	»	NE. 1	0,00
2	572,07	571,47	570,65	570,22	+ 5,2	+ 9,5	+ 7,6	+ 5,2	+ 3,0		89	75	78	76	»	calme.	0,00
3	567,06	566,08	565,47	565,92	+ 4,7	+ 5,0	+ 4,0	+ 0,5	+ 0,1		77	81	88	93	3,1	NE. 1	0,91
4	565,87	566,15	565,84	566,21	+ 0,5	+ 2,9	+ 2,4	+ 1,3	- 0,3		93	89	94	98	»	NE. 2	0,88
5	567,00	567,24	567,07	567,49	+ 3,5	+ 8,4	+ 7,3	+ 3,8	- 1,0		91	92	88	93	»	variab.	0,39
6	566,96	566,69	565,41	565,89	+ 3,0	+ 3,5	+ 3,4	+ 3,1	+ 2,0		98	95	95	96	»	SO. 2	1,00
7	566,98	567,62	567,60	568,21	+ 1,5	+ 4,0	+ 4,8	+ 3,0	+ 0,9		91	93	92	96	»	SO. 1	0,71
8	569,70	570,12	569,72	570,11	+ 4,5	+ 9,0	+ 7,8	+ 6,8	+ 2,4		93	90	91	92	»	calme.	0,02
9	569,22	568,34	567,21	567,11	+ 5,4	+ 5,0	+ 4,0	+ 3,0	+ 0,3		94	92	93	90	»	SO. 2	0,79
10	568,02	568,34	568,22	568,85	+ 1,2	+ 1,1	+ 1,0	0,0	- 0,8		95	96	94	94	7,2	NE. 1	1,00
11	569,12	569,26	568,64	568,27	- 0,3	0,0	0,0	+ 0,2	- 0,7		96	96	97	96	»	NE. 2	1,00
12	564,06	564,34	565,12	565,92	- 2,5	- 1,5	- 0,1	- 0,5	- 3,5		95	91	93	94	2,9	NE. 2	0,94
13	565,74	565,95	565,95	566,62	- 0,6	- 0,4	- 0,1	- 1,9	- 2,1		91	96	90	93	»	SO. 1	0,71
14	565,73	565,44	565,02	564,96	- 4,9	- 3,4	- 3,0	- 3,9	- 5,7		89	94	91	93	»	NE. 2	0,78
15	563,42	562,59	562,12	562,29	- 5,0	- 5,0	- 5,2	- 5,5	- 5,9		93	92	91	92	18,4	NE. 2	1,00
16	562,03	561,93	561,43	561,43	- 6,5	- 4,0	- 5,0	- 5,8	- 7,7		91	87	88	91	»	NE. 2	1,00
17	559,15	557,67	556,21	555,58	- 4,1	- 3,5	- 3,2	- 3,4	- 6,8		97	95	96	98	0,4	SO. 3	0,87
18	555,15	556,03	557,06	558,17	- 2,3	- 1,7	- 1,5	- 1,1	- 3,2		96	94	92	94	19,8	SO. 3	1,00
19	561,04	561,55	562,01	562,73	- 2,9	- 2,0	- 1,0	- 1,2	- 3,9		96	95	92	97	7,0	SO. 2	1,00
20	561,78	560,46	559,21	558,00	- 2,6	- 0,9	- 0,8	- 1,3	- 2,9		95	89	86	92	»	SO. 1	0,98
21	553,78	554,17	555,23	556,15	- 6,0	- 2,9	- 6,0	- 7,0	- 7,3		83	83	86	88	»	SO. 2	0,81
22	558,74	558,72	560,54	561,73	- 8,2	- 5,4	- 3,7	- 1,9	- 8,2		92	72	75	86	»	NE. 1	0,57
23	560,69	560,06	558,79	558,55	- 0,5	0,0	- 1,4	- 2,0	- 3,1		98	94	93	94	22,0	SO. 2	1,00
24	559,73	559,99	560,26	559,95	- 3,8	- 1,7	- 4,9	- 2,7	- 5,8		91	81	69	90	»	NE. 1	0,82
25	559,66	559,50	558,44	558,74	- 1,9	- 2,0	- 2,0	- 2,6	- 2,9		95	95	93	98	24,9	SO. 2	1,00
26	561,75	563,03	563,33	563,97	- 7,5	- 3,2	- 4,9	- 6,8	- 7,9		91	89	75	69	»	NE. 1	0,08
27	566,33	567,72	568,52	569,64	- 7,3	- 5,8	- 5,7	- 7,8	- 8,5		85	82	78	85	»	NE. 2	0,59
28	572,24	573,70	573,87	574,81	- 5,2	- 0,9	0,0	- 1,0	- 5,9		86	91	87	94	»	SO. 2	0,00
29	575,13	575,22	574,89	575,01	+ 3,4	+ 6,3	+ 4,8	+ 2,8	+ 2,3		88	89	78	85	»	calme.	0,00
30	573,68	573,59	573,10	573,29	+ 1,5	+ 4,8	+ 4,9	+ 2,3	0,0		95	84	84	91	»	SO. 1	0,02
31	572,70	572,67	572,75	573,13	+ 2,0	+ 4,9	+ 4,3	+ 2,0	+ 0,4		92	84	66	68	»	calme.	0,00

Moyennes du mois d'Octobre 1854.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	568,09	568,37	568,51	568,36	568,17	567,88	567,97	568,26	568,41
2e »	562,45	562,72	562,85	562,52	562,33	562,28	562,38	562,40	562,37
3e »	564,28	564,95	565,21	565,31	565,25	565,43	565,64	565,91	565,98
Mois...	564,92	565,33	565,51	565,39	565,25	565,20	565,34	565,54	565,60

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 2,42	+ 3,38	+ 4,90	+ 5,74	+ 5,35	+ 4,98	+ 4,36	+ 3,20	+ 2,97
2e »	− 3,71	− 3,17	− 2,79	− 2,24	− 1,72	− 1,99	− 2,24	− 2,44	− 2,66
3e »	− 3,10	− 3,05	− 2,06	− 0,54	− 0,14	− 1,33	− 2,28	− 2,25	− 2,27
Mois...	− 1,52	− 1,01	− 0,05	+ 0,94	+ 1,12	+ 0,49	− 0,13	− 0,55	− 0,71

Hygromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	90,4	90,2	89,0	88,6	87,1	89,2	90,6	91,3	92,3
2e »	94,0	93,9	93,5	92,9	92,1	91,6	94,0	94.0	94,2
3e »	91,1	90,5	90,4	85,8	81,2	80,4	81.3	86,2	88.0
Mois...	91,8	91,5	90,9	89,0	86,6	86,8	88,4	90,4	91,4

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	+ 0,76	—	0,57	10,3
2e »	− 4,24	—	0,93	48,5
3e »	− 4,26	—	0,44	46,9
Mois...	− 2,64	—	0 64	105,7

Dans ce mois, l'air a été calme 21 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,93 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O. et son intensité est égale à 5 sur 100.



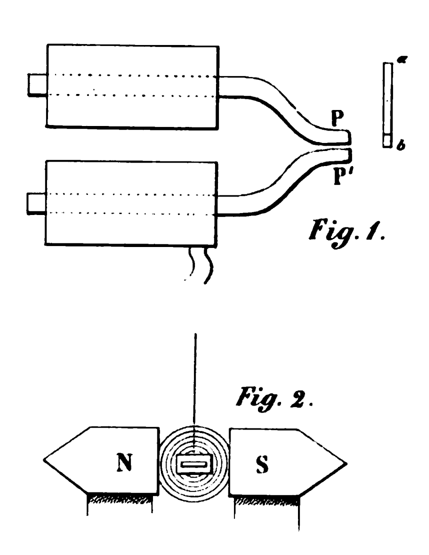


Fig. 1.

Fig. 2.

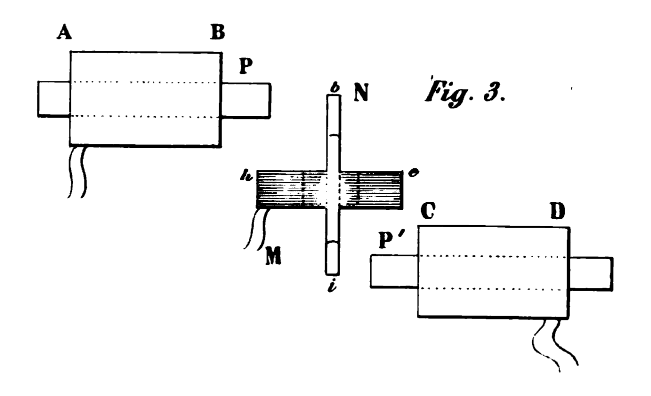
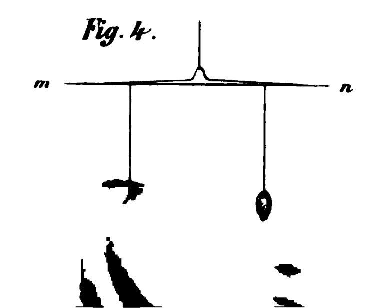


Fig. 3.

Fig. 4.



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

CHALEUR DÉVELOPPÉE PAR L'ÉLECTRICITÉ DANS SON PASSAGE A TRAVERS LES FILS MÉTALLIQUES.

On sait que M. Grove a découvert que la quantité de chaleur dégagée par le courant électrique dans son trajet à travers un même fil métallique est moindre quand ce fil est entouré d'hydrogène que d'air ordinaire, milieu moins refroidissant que le premier. On connaît également l'explication ingénieuse que Clausius a donnée de cette anomalie apparente qu'il attribue à ce que le fil, par le fait qu'il se refroidit plus, devient meilleur conducteur, et que dès lors le courant, rencontrant en le traversant une résistance moins grande, y développe moins de chaleur. D'après ce physicien, la quantité de chaleur développée doit être toujours proportionnelle à la résistance réelle qui existe au moment même du passage du courant.

M. Viard vient de chercher à démontrer par l'expérience la vérité de ce principe; nous transcrivons ici l'extrait qu'il a publié lui-même de son travail sur ce sujet[1].

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, du 6 novembre 1854, tome XXXIX, p. 904.

« .... A cet effet, un tube vertical en cuivre était traversé par une spirale de platine, dont l'extrémité supérieure était soudée dans un bouchon isolé, et dont l'autre extrémité traversait un tube recourbé plein de mercure, de manière à ce qu'en tirant le fil on pût diminuer la longueur destinée à être parcourue par le courant. Le tube était placé dans un cylindre plus large, plein d'eau.

« Le courant principal, toujours maintenu constant, se divisait en deux parties : la première, arrivant par la cuvette à mercure du calorimètre, traversait la spirale de platine ; la seconde parcourait une résistance fixe et le fil d'un rhéostat, puis ces deux courants, ou des portions fixes de ces courants, allaient agir sur l'aiguille d'un galvanomètre différentiel.

« On commençait par remplir le tube central du gaz le plus refroidissant ; au moyen du rhéostat, on amenait l'aiguille du galvanomètre à zéro, et on maintenait cette position jusqu'à ce que l'eau du calorimètre, constamment agitée, fût arrivée à une température stationnaire.

« Et puis, l'on remplaçait le premier gaz par un autre moins refroidissant. Aussitôt le mouvement de l'aiguille du galvanomètre annonçait que la résistance du fil de platine avait augmenté par la présence du nouveau gaz. Mais, alors en tirant le fil, en ramenant l'aiguille du galvanomètre à zéro, on arrivait à ne conserver dans le calorimètre que la résistance que le courant avait eu à vaincre dans la première partie de l'expérience. Et alors, si l'explication de M. Poggendorff[1] est vraie, si la loi de M. Joule est générale, les expériences devaient indiquer une même quantité de chaleur développée dans les deux cas.

[1] M. Viard attribue à M. Poggendorff l'explication qui, si nous ne nous trompons, est de Clausius. (R.)



« C'est en effet ce que j'ai trouvé. Mais la disposition de l'appareil, la conduite de l'opération exigent de grandes précautions dont je dirai maintenant quelques mots.

« Comme le maintien de la même résistance dans le calorimètre repose sur la constance de la résistance dans les conducteurs qui opèrent le partage du courant principal, j'ai eu soin de les réunir par des soudures ou au moins par de larges plaques fortement serrées.

« J'avais d'abord eu l'idée de diviser le courant principal en deux parties, dont l'une aurait traversé le calorimètre et l'autre une résistance fixe et un rhéostat. Les deux courants partiels auraient ensuite traversé le galvanomètre différentiel qui en aurait constaté l'égalité. Mais il aurait fallu au moins 25 éléments de Bunsen pour rougir le fil de platine; et puis le fil du galvanomètre dont je disposais aurait pu trop s'échauffer.

« C'est pour vaincre cette difficulté que j'ai divisé la première partie du courant, celle qui sortait du calorimètre, et n'en ai fait passer qu'une fraction dans le galvanomètre différentiel, où d'ailleurs je faisais passer la deuxième partie du courant principal tout entière. Il est bien évident que si dans la première partie de l'expérience l'aiguille du galvanomètre différentiel a été amenée au zéro, et que dans la deuxième la résistance de la spirale vient à changer, on en sera encore averti par le mouvement de l'aiguille, et qu'enfin le maintien de l'aiguille au zéro correspond à une résistance constante de la spirale.

« Cette disposition a plusieurs avantages sur la première. D'abord la résistance totale entre le point de partage du courant principal et le point de réunion des courants partiels reste très-faible du côté du calorimètre malgré l'introduction du fil du galvanomètre différentiel, de telle sorte

que la moindre variation dans la longueur du fil de platine modifie le partage du courant principal; et ensuite la plus grande partie du courant de la pile passe à travers la spirale de platine et contribue à son échauffement.

« En définitive, la conduite de l'expérience revient toujours à ramener l'aiguille du galvanomètre différentiel au zéro, d'abord avec le premier gaz au moyen du rhéostat, puis avec le second par le raccourcissement de la spirale de platine.

« Comme rhéostat, j'ai employé avec grand avantage un fil de platine tendu, passant à travers un tube de verre plein de mercure qui limitait la partie utile, et rien n'est aussi facile que de maintenir l'égalité des deux courants partiels qui, dans la première partie de l'opération, passent dans le galvanomètre différentiel. Mais il n'en est plus de même dans la seconde, parce qu'il n'y a pas moyen d'augmenter la résistance de la spirale, de faire rentrer dans le calorimètre le fil de platine lorsqu'une fois il a été trop tiré. J'ai donc disposé un petit treuil destiné à remplacer les efforts trop brusques de la main dans le raccourcissement du fil; et encore faut-il opérer avec la plus extrême lenteur, en ayant soin, après chaque mouvement, d'attendre que le courant principal ait été ramené à son intensité première, et que l'on ait atteint dans le calorimètre une température stationnaire.

« Une des grandes difficultés que j'ai rencontrées a été de reconnaître les variations de l'intensité du courant principal et de les faire disparaître. La boussole ordinaire des tangentes à aiguille sur pivot m'a présenté tous les inconvénients qui ont été signalés par M. Regnault dans son Mémoire sur la mesure des températures par les courants électriques, et je n'ai pu les faire disparaître qu'en sus-

pendant l'aiguille par un fil de cocon. Un rhéostat de forme nouvelle, qu'il serait trop long de décrire ici, m'a ensuite permis de compenser les variations de la pile.

« Enfin il m'a paru nécessaire que les différentes parties de mes appareils restassent pendant toute la durée d'une même expérience à peu près à la même température.

« A ces conditions et à quelques-unes moins importantes, que je ne signale pas ici, la quantité de chaleur développée par le passage d'un même courant dans des spirales d'égale résistance m'a paru constante dans l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique.»

Mais déjà avant M. Viard, avant même les recherches de M. Grove et de Clausius, un physicien irlandais, M. Romney-Robinson, avait traité la même question générale avec détails, et l'avait résolue au moyen d'un grand nombre d'expériences [1]. Les instruments dont il faisait usage étaient un galvanomètre, un rhéostat et un pyromètre très-sensible, au moyen duquel il pouvait apprécier les variations de température d'un fil métallique, d'un fil de platine en particulier.

Voici un tableau des résultats obtenus avec un fil de platine de $0^{mm},2$ de diamètre et en employant une pile composée d'un plus ou moins grand nombre de couples. La force du courant est déduite des indications du galvanomètre, le courant pris pour unité étant celui qui, produisant sur le galvanomètre une déviation de 45 degrés, dégage dans un voltamètre $6^{p},57$ de gaz en 5 minutes. Le pyromètre donne la température du fil.

[1] *Transact. of the Iuch Academy*, tome XXII (part. 1), p. 3.

FORCE du COURANT.	TEMPÉRATURE du fil EN DEGRÉS FAHR.	RÉSISTANCES du fil EN TOURS DE RHÉOSTAT.
0,809	289,7	305,5
0,858	319,9	320,8
0,957	559,3	385,2
1,168	930,9	497,9
1,214	1020,6	523,8
1,357	1215,0	591,6
1,404	1338,7	643,8
1,515	1447,0	666,4
1,538	1545,6	705,2
1,794	1761,9	734,4
2,089	1966,4	793,9
2.200	2116,0	840,5
2,222	2166,2	827,8
2,318	2461,6	898,2

Il est curieux de voir combien la résistance augmente dans une progression rapide avec la température; car à 289°,7 elle est équivalente à 305°,5 du rhéostat, et à 2361°,6 à 898,2.

En plaçant le pyromètre dans le vide, l'accroissement de la résistance avec la température est le même; seulement la force du courant nécessaire pour produire la même température est un peu moindre, parce que l'absence de l'air ambiant diminue le refroidissement.

Voici un tableau d'expériences semblables faites avec un fil de $0^{mm},4$ de diamètre, il faut remarquer que la huitième expérience a été faite en plongeant le pyromètre dans de l'alcool étendu, de sorte que la température du fil n'a pu s'élever au-dessus de celle de l'ébullition de ce liquide, 207° F., à peu près celle de l'ébullition de l'eau.

FORCE du COURANT.	TEMPÉRATURE du fil EN DEGRÉS FAHRENH.	RÉSISTANCES en DEGRÉS DE RHÉOSTAT
1,522	365,9	127,8
2,020	481,3	144,9
2,411	719,6	169,0
2,758	1020,7	212,0
3,226	1310,4	238,7
3,699	1518,0	270,1
4,352	1883,9	318,6
9,548	207,8	93,8
4,821	2206,7	346,0
5,230	2355,1	351,4

La huitième expérience inscrite dans ce tableau démontre que l'augmentation de résistance n'est pas due à l'accroissement d'intensité du courant, puisque le courant y est six fois plus fort que dans la première, et que le fil présente moins de résistance, mais qu'elle provient de l'élévation de température qui, à cause de l'alcool ambiant, est beaucoup moindre dans ce cas. Elle paraît même être assez exactement proportionnelle à cette élévation de température, soit pour un fil de platine, soit pour un fil de cuivre, ces deux métaux étant les seuls sur lesquels M. Robinson ait opéré, parce que ce sont les seuls dont on ait déterminé le coefficient de dilatation pour de hautes températures [1].

L'accroissement si considérable de la résistance qui accompagne celui de la température dans un fil, fait naître

[1] M. Robinson s'est servi des coefficients de dilatation donnés par Dulong et Petit, mais il n'a pas pu faire usage de celui qu'ils ont donné pour le fer, ce métal étant trop oxydable pour que sa dilatation pût être appréciée exactement à de hautes températures.

la question de savoir si l'effet calorifique du courant, que nous avons vu être proportionnel à la résistance qu'il rencontre, est proportionnel à cette résistance, telle que le fil la possède avant d'avoir été chauffé, ou à cette résistance telle qu'elle existe, quand le fil a atteint la température que lui imprime le passage de l'électricité. M. Robinson a résolu la question en enfermant un fil de platine dans un premier vase en verre, placé lui-même dans un second rempli d'eau; le fil est mis dans le circuit au moyen de deux conducteurs, qui reçoivent les pôles de la pile. Le fil est d'abord entouré d'air; le courant qui le traverse le chauffe très-fortement, et sa résistance s'accroît d'autant; sa chaleur est toute employée à chauffer les enveloppes de verre et l'eau placée entre elles. Dans une expérience, la quantité d'eau étant de 5 $^1/_2$ pouces cubes, un courant, d'une force égale à 3,527, éleva la température de l'eau de 72° à 77°,5 F., en étant transmis pendant douze minutes; la résistance du fil était équivalente à 257,6 du rhéostat; le fil était rouge-blanc, et sa température devait être de 1500° environ. Après avoir laissé refroidir l'appareil, on fit passer une partie de l'eau du vase extérieur dans l'intérieur, de manière à le remplir complétement. On transmit alors le courant, qu'on amena à la force de 3,558, à peu près la même qu'auparavant, en mettant dans le circuit une résistance additionnelle de 165°,6 du rhéostat. La température s'éleva seulement de 2°,97 au lieu de 5°,5, et l'augmentation de résistance du fil ne fut que de 89°,0 du rhéostat, au lieu de 257°,6. Si dans ce dernier cas on opère toujours avec le même courant, mais sans introduire de résistance additionnelle dans son circuit, sa force est alors de 6,045; le thermomètre s'élève à 83°,2 F., et l'augmentation de résistance

est égale à 94°,5 du rhéostat. La force du courant, qui a presque doublé, compense ici, et au delà, l'effet de la diminution de résistance, tandis que dans le second cas, le courant ayant conservé la même intensité que dans le premier, l'échauffement est cependant beaucoup moindre parce que la résistance n'est pas si grande, le fil étant empêché, par l'eau dans laquelle il est plongé, d'acquérir la haute température qu'il avait dans la première expérience. Il résulte donc de là que la véritable loi du réchauffement du fil métallique par un courant est, que la chaleur dégagée est proportionnelle au carré de l'intensité du courant, et à la résistance actuelle du fil (c'est-à-dire celle qui résulte de son réchauffement).

Les recherches de M. Robinson nous montrent que, quand on réchauffe un fil métallique par un courant voltaïque, sa résistance au passage de ce courant augmente graduellement jusqu'à la fusion du fil, et que cette augmentation est assez exactement proportionnelle à celle de la température. Il est donc important, dans les recherches où l'on tient à avoir des mesures exactes des courants au moyen du rhéostat, de tenir compte de cette cause dans la variation de la résistance.

Il résulte donc des recherches de M. Robinson comme de celles de M. Viard, que l'explication que Clausius donne des phénomènes observés par Grove est complétement justifiée par l'expérience.

A. D. L. R.



ÉLECTROSCOPE DE MACÉDOINE MELLONI.

La mort a frappé Melloni quelques jours avant la séance de l'Académie de Naples dans laquelle il devait présenter un nouvel électroscope dont il avait déjà fait construire un modèle. On a retrouvé dans ses papiers la description inachevée de cet instrument ingénieux. Nous reproduisons ce dernier travail de l'illustre physicien dont nous déplorons la perte.

« On sait qu'un conducteur à l'état naturel, rapproché d'un autre conducteur électrisé, dissimule une portion de cet état électrique, et rendant peu à peu au fluide dissimulé sa tension primitive, à mesure que le fluide sensible s'en va par suite de la dispersion, prolonge la durée de la charge électrique. On sait d'autre part que cet effet dérive de l'électricité contraire développée par induction dans la partie la plus voisine du corps induit, et que l'électricité homologue à celle du corps inducteur apparaît dans les portions les plus éloignées, ou elle se répand en proportions d'autant plus grandes que les rayons de courbure sont moindres.

« Une heureuse combinaison de ces trois données, m'a fait concevoir la possibilité de construire un électroscope éminemment sensible et capable de se maintenir électrisé dans l'un ou l'autre sens beaucoup plus longtemps que tous les appareils connus du même genre. L'effet a parfaitement répondu à mon attente. Et comme il me pa-

rait évident que cet instrument nouveau deviendra fort utile dans plusieurs sortes de recherches électriques je vais tâcher de le décrire avec tous les détails convenables.

« Imaginez une petite tasse métallique *A* (*voyez la figure à la fin du cahier*), munie de deux longs appendices filiformes *DD* soudés à deux points opposés du bord supérieur et communiquant par un conducteur qui passe dans l'axe d'un tube de verre, avec une boule ou un disque en métal.

« Imaginez en outre une seconde tasse métallique renversée *B*, un peu plus petite et beaucoup plus légère que la précédente, attachée au-dessous d'un fil ou levier très-mince de métal *CC*, suspendu par son milieu à un fil de soie *F*.

« Supposez enfin les axes des deux tasses dans la même verticale et le fil de suspension porté à une telle hauteur, que la seconde se trouve entièrement contenue dans l'intérieur de la première, et puisse tourner librement autour de son point de suspension, sans que le contact s'établisse entre ses propres parois et celles de la tasse fixe *A* [1].

« Les choses étant ainsi disposées, on comprend que si le conducteur *E* vient à recevoir une charge électrique, elle se propagera *par transmission* à la tasse extérieure *A*, et que de là elle agira par induction sur la tasse intérieure *B*. Supposons, pour fixer les idées, que l'électricité communiquée soit positive.

[1] Dans l'électroscope modèle que Melloni avait fait construire, il y a, comme on le voit dans la figure, une pièce qui n'est pas mentionnée dans la description. Du milieu du fond interne de la tasse fixe s'élève un petit cylindre métallique *f* qui se trouve à l'intérieur de la tasse mobile, sans la toucher, quand celle-ci est bien équilibrée dans la position convenable.

« Cette force électrique répandue en *A* troublera l'équilibre du fluide naturel de *B*, repoussera le principe positif, attirera le négatif, qui réagira à son tour sur le fluide libre de *A*, en dissimulera une certaine quantité, et abandonnera enfin le reste aux lois connues de la distribution électrique sur les conducteurs isolés, en sorte que l'intensité de l'action dépendra de la courbure des surfaces et sera moins forte sur les parois de la tasse que sur les appendices. La tasse extérieure *A* de l'appareil chargé contiendra donc une certaine proportion d'électricité positive dissimulée, c'est-à-dire accumulée sans tension et sans mobilité, et ses appendices *DD* posséderont une électricité de même nature, d'autant plus énergique que l'on approchera davantage de leurs extrémités.

« Quant à la tasse intérieure *B* et son levier *CC*, il y aura de l'électricité négative dissimulée à la partie centrale placée en regard de la tasse *A*, et de l'électricité positive libre sur le reste du système mobile, c'est-à-dire sur la sommité plate de la tasse renversée et sur son levier supérieur. Or, cette dernière espèce d'électricité sera évidemment beaucoup plus énergique aux extrémités du levier que dans sa partie mitoyenne et au sommet de la tasse : 1° parce que ces extrémités constituent les points les plus éloignés de l'action inductive ; 2° parce que leur rayon de courbure est plus petit que partout ailleurs.

« Ainsi le levier *CC* possédant la même espèce d'électricité que les appendices *DD*, et étant par sa position concentrique soumis à l'action conspirante de leur force répulsive, sera énergiquement repoussé s'il ne se trouve pas précisément dans le même azimut qu'elles ; et après quelques oscillations, il s'arrêtera à un certain angle de déviation. Alors la charge électrique communiquée au

système fixe *EADD* commencera à diminuer. Mais cette diminution sera beaucoup plus lente que dans les électroscopes ordinaires à cause de l'électricité dissimulée qui se dégagera peu à peu de la partie centrale et viendra remplacer sur la tasse *A*, ses appendices *DD*, le fil de communication et le disque *E* une partie de l'électricité libre perdue par l'effet de la dispersion. L'électrisation double ou inductive du système mobile *ACC* suivra exactement les phases successives de l'électrisation simple du système fixe : ses deux principes se recomposeront graduellement en proportion des pertes de la charge, et, après un certain temps, tout rentrera dans l'état naturel. Tout ce que nous venons de dire est indépendant du mode employé pour charger le conducteur *E*, et peut en conséquence s'appliquer également au cas de la charge directe de contact, et au cas de la charge indirecte ou contraire, obtenue au moyen de l'induction.

« En résumé, la partie mobile de l'instrument s'électrise toujours par induction et jamais par communication ; la différence de forme entre le centre et les extrémités des pièces fixes et mobiles rend la distribution des forces motrices la plus avantageuse possible pour la rotation de l'index ; et l'action inductive des surfaces centrales, dissimulant une portion d'électricité pour lui rendre peu à peu l'état libre au fur et à mesure des pertes subies, prolonge la durée de la charge reçue.

« Si on a bien saisi le sens de ces notions préliminaires, on comprendra de suite la condition qu'il faut satisfaire dans la construction de l'appareil et la manière de l'employer.

« Et d'abord, la minceur des pièces qui constituent la partie essentielle de l'instrument contribuant à accélérer





les pertes de l'électricité dans le milieu ambiant, il est nécessaire de les renfermer dans une cage où l'air se maintienne fort sec, moyennant une substance avide d'humidité. La sécheresse de l'air intérieur est surtout indispensable pour que la torsion du fil de soie qui supporte la tasse renversée ne varie point et que l'index *CC* puisse revenir constamment dans le même azimut lorsque les appendices *DD* ont perdu leur charge électrique.

« Il faut ensuite que la cage ait une forme convenable. Et comme les observations à faire exigent la connaissance des angles de déviation formés par deux barreaux superposés sans contact, et maintenus à distance d'un cadran inférieurement placé, la disposition la plus favorable au but est évidemment de suspendre l'extrémité libre du fil de soie au sommet intérieur d'un tube vertical aboutissant au centre d'un disque horizontal de verre, dont la circonférence repose sur un récipient cylindrique en métal, tant soit peu plus grand que le levier mobile et les appendices sous-jacents de la tasse fixe. Les bords supérieurs de ce récipient doivent être aplatis, garnis de peau afin d'intercepter la communication entre l'air intérieur et l'air extérieur lorsqu'ils sont serrés au moyen de petites vis de pression contre le cercle métallique qui encadrera le disque de verre.

« Le cercle divisé qui mesure les angles formés par la répulsion de l'index, sera percé au centre pour livrer un libre passage à la tasse fixe *A* soutenue par un tube de verre verni, dont l'intérieur contiendra le fil de communication entouré de mastic isolant : ce même conducteur isolé se recourbera deux fois à angle droit dans le même plan vertical, reprendra sa direction primitive, et aboutira à la pièce extérieure de métal destinée à l'introduction de la charge électrique.

« L'espace inférieur au cadran devra recevoir, moyennant des ouvertures à vis pratiquées sur le fond du récipient cylindrique, un ou deux réservoirs remplis de chlorure de calcium et entourés de bords plats doublés de peau.

« Le fond de ce récipient s'appuyera sur un trépied muni de vis qui serviront à placer le fil de suspension dans l'axe de l'appareil.

« Enfin la nécessité de transporter l'instrument d'un lieu à l'autre, et de donner au levier mobile un certain angle initial de déviation, exigeront à l'extrémité supérieur du tube qui renferme le fil de soie deux sortes de mouvements : le premier, de simple translation verticale, pour faire poser la tasse renversée intérieure sur le fond plat de la tasse droite extérieure et la rencontrer ensuite à la hauteur convenable ; le second, de rotation horizontale pour placer au commencement de chaque série d'expériences, le levier indicateur à une petite distance angulaire des appendices fixes. Le mouvement de rotation se communiquera au système mobile en vertu de la force de torsion de la soie.

« Comme c'est en vertu de cette même force de torsion qu'est due la résistance qui fait équilibre à l'action électrique et arrête le levier, et la tasse électrisée par induction à une distance angulaire plus ou moins grande, il faut en proportionner la valeur à celle de la masse tournante. Voilà pourquoi, au lieu d'un seul fil de cocon, il sera utile d'en prendre plusieurs réunis, non pas tordus à la machine, mais simplement collés ensemble par l'action de leur propre substance gommeuse et de l'eau chaude, tels qu'ils sortent enfin du premier appareil de la filature.

« Au reste, si on trouve la force de torsion du fil de



soie trop faible et qu'on veuille abréger le temps des observations, il n'y aura qu'à poser, parallèlement à la direction de l'index, une petite aiguille aimantée sur la tasse mobile, comme on le fait pour l'indicateur de l'électroscope de Peltier, et à placer les appendices de la tasse fixe dans une dirction qui forme un angle de 4 à 5° avec le méridien magnétique.

« Mais il ne faut pas oublier qu'alors on perdra en sensibilité ce que l'on gagnera du côté de la promptitude des observations, à peu près comme cela arrive en mécanique dans le cas où il s'agit de soulever un poids à une certaine hauteur avec une force appliquée directement ou rendue plus efficace par le moyen des moufles, du treuil, ou de toute autre machine; car on ne peut augmenter la vitesse qu'aux dépens de la force, ou *vice versâ*. Le secours de l'aiguille aimantée pourra toutefois être utile dans plusieurs circonstances, et surtout lorsque la trop grande humidité de l'air enlève rapidement l'électricité à la partie extérieure de l'instrument.

« Il ne me reste plus qu'à donner les dimensions du modèle que je viens de faire construire, et à montrer, par quelques exemples, les qualités précieuses dont il est doué[1]....»

[1] Les dimensions du modèle sont les suivantes : diamètre de la cage, 155mm ; hauteur de la cage, 11c; longueur du fil de cocon, 125c; distance entre le cadran et le disque de verre qui ferme la cage métallique, 3c; diamètre intérieur de la tasse fixe, 21mm ; diamètre extérieur de la tasse mobile, 16mm.

DES CARACTÈRES QUI DISTINGUENT LA VÉGÉTATION D'UNE CONTRÉE

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE [1].

La végétation d'un pays ou d'un district quelconque offre toujours des caractères plus ou moins importants, plus ou moins distincts. Ils sont nombreux, et peu d'auteurs, en écrivant des Flores ou des mémoires de géographie botanique, pensent à les énumérer tous, encore moins à les envisager selon leur degré réel d'importance.

Ces caractères se rapportent aux conditions des classes ou grandes catégories du règne végétal, des familles, des genres et des espèces, dans le pays dont on s'occupe, et aussi aux analogies et aux différences qui en résultent, relativement à d'autres régions. L'énumération suivante fera comprendre la multiplicité de ces points de vue.

I. — ÉNUMÉRATION DES CARACTÈRES.

1° *Caractères relatifs aux classes.*

Proportion des Phanérogames et Cryptogames. — Dans l'état actuel des connaissances, il est fort inutile de rechercher cette proportion, et d'ailleurs, si on la connaissait autre part qu'en Europe, il est douteux qu'elle présentât un véritable intérêt. L'espèce étant mal définie et mal

[1] Fragment de l'ouvrage intitulé : *Géographie botanique raisonnée*, 2 vol. in-8°, devant paraître en avril 1855, à Paris, chez Masson, libraire, et à Genève, chez Kessmann.

connue dans les cryptogames ; la structure, l'apparence et la station des plantes de cette classe étant d'une diversité extrême, et ordinairement sans analogie avec celles des phanérogames, on ne voit pas bien quel serait l'objet ni le résultat de la comparaison.

Proportion des Dicotylédones et Monocotylédones. — Il y a peu de chiffres que l'on donne aussi souvent en géographie botanique, et cependant cette proportion n'est ordinairement ni exacte, ni bien importante à connaître en elle-même.

Elle n'est pas toujours exacte, attendu que les cypéracées et les graminées, qui constituent la majeure partie des monocotylédones dans la plupart des pays, et les orchidées dans quelques régions chaudes et humides, sont les dernières familles dont on connaisse le nombre précis. Il y a une grande quantité de Flores, même pour l'Europe, où le nombre des cypéracées est très-incomplet. En général, plus une Flore de ville ou de province est près d'être complète, plus la proportion des monocotylédones augmente, ce qui n'est probablement pas vrai pour les Flores de pays très-étendus, par suite d'une autre cause dont je vais parler, cause à laquelle des auteurs ordinairement très-judicieux n'ont pas fait attention.

Les chiffres ne doivent pas être comparés entre pays d'inégale grandeur, puisque l'aire [1] moyenne des espèces de monocotylédones est plus vaste, au moins pour celles de nos régions tempérées et boréales, que l'aire moyenne des dicotylédones. Dans la Flore d'une province, on trouve la plupart des graminées, cypéracées et joncées, qui existent dans une grande région autour de cette même pro-

[1] On nomme *aire*, en géographie botanique, la surface (area) occupée par une espèce, un genre ou une famille.

vince. Plus on étend l'espace, plus aussi l'on ajoute à la Flore des espèces locales, et ce sont le plus souvent des dicotylédones qui ont ce caractère. Voici quelques exemples qui le confirment.

La Flore du département de Maine-et-Loire de M. Guépin (ed. 3) offre un rapport des monocotylédones aux dicotylédones, comme 1 : 3,2. La Flore du même département avec plusieurs autres du centre de la France, par M. Boreau, donne le rapport = 1 : 3,5; celle de toute la France, d'après le Botanicon de M. Duby, = 1 : 4,3. Pour donner des fractions plus complètes et sous une forme plus logique, je dirai qu'il y a sur 100 phanérogames, dans le département de Maine-et-Loire, 23,7 monocotylédones, dans les départements du centre (compris le précédent) 22,2, dans la France entière 18,8[1].

Mêmes différences en prenant des parties distinctes, et l'ensemble des Flores de l'Allemagne, entre l'Adriatique et la Baltique. Ainsi, en Dalmatie, le rapport est = 1 : 3,5 d'après la Flore de M. de Visiani (v. 3, p. 390); dans l'Autriche inférieure = 1 : 3,7 (*Neilr. Fl. Wien.* p. xxxi), en Wurtemberg = 1 : 3,1 (*Schübler et Martens*, p. xv); dans le royaume de Saxe = 1 : 3,5 (*Reichb. Fl. Sax.* ed. 1844); dans la Silésie (*Wimm. et Grab. fl.* 2, p. 95) = 1 : 3,2; dans la province de Prusse (*E. Mey. Fl*) = 1 : 3,2. Pour l'Allemagne entière le rapport est, d'après Fürnrohr (*Fl. de Ratisb.*, p. xxxi) = 1 : 3,7, et en comprenant les possessions de l'Autriche sur les bords de l'Adriatique (*Koch syn.* ed. 1, p. lx) le rapport est = 1 : 3,8.

Si l'on pouvait s'étendre à toute l'Europe, on trouve-

[1] Dans mes relevés de chiffres, les espèces cultivées ont été exclues.



rait probablement une proportion plus forte d'espèces dicotylédones, car, sans parler de familles secondaires, il y a bien plus de graminées et de cypéracées communes aux deux extrémités de cette vaste région, que de composées ou de légumineuses. Il est vrai qu'en prenant la proportion sur les Flores tout à fait locales, autour d'une ville, par exemple, on trouve quelquefois une quantité de dicotylédones presque aussi forte ou même plus forte que dans la province entière où est située cette ville[1], mais les environs d'une ville ne présentent pas ordinairement toutes les variétés de stations qui sont indispensables aux espèces, et de là des causes accidentelles qui empêchent la loi de se vérifier. Une ville entourée de collines ou de montagnes aura plus de dicotylédones, une ville entourée de prairies humides plus de monocotylédones que l'ensemble des conditions de la région ne le ferait supposer.

Des deux causes d'inexactitude dont je viens de parler, la première, la connaissance imparfaite des monocotylédones dans les pays peu explorés, est ordinairement la plus grave. La seconde, l'inégale extension des espèces, est moins importante; elle peut, d'ailleurs, être éludée en ayant soin de comparer seulement des pays d'étendue à peu près semblable.

Mais il y a des objections plus sérieuses aux calculs dont il s'agit.

Les monocotylédones sont loin d'être homogènes. Quelles conclusions tirer d'un chiffre qui englobe des orchidées ou iridées, des palmiers, des graminées, cypéra-

[1] Autour de Ratisbonne, le rapport est = 1 : 3,5 (Fürnrohr, Fl. p. XXXI); autour de Vienne, = 1 : 3,6 (Neilreich, Fl. p. XXXI); autour de Strasbourg, = 1 : 3,4 (Kirschl. in Flora, 1843, v. 1, p. 196); de Wurtzburg, = 1 : 3,3 (Schenk, Flora, 1849, p. 61).

cées ou joncées, en quantités très-différentes, suivant les pays, pour ensuite les comparer aux dicotylédones? Les milliers d'orchidées ou les centaines de palmiers du Brésil sont-ils analogues aux cypéracées ou liliacées de nos régions? et cependant c'est à cela que, sous le nom commun de monocotylédones, on compare les dicotylédones de divers pays. L'illusion est augmentée encore par l'usage de prendre le chiffre des monocotylédones pour unité, relativement à celui des dicotylédones, car cette unité apparente varie, et les éléments qui la composent ont dans certaines régions, la valeur de plantes à organisation simple, ailleurs, de plantes à organisation compliquée; ici, de plantes herbacées insignifiantes, là, de plantes ligneuses et même de grands arbres.

Je rappellerai, de plus, que la fréquence des individus et leur effet dans la végétation d'un pays n'est pas en rapport avec le nombre des espèces de chaque groupe.

La proportion des espèces monocotylédones et dicotylédones est donc, par tous ces motifs, une chose abstraite, qui se calcule d'après les Flores, mais qui *ne se voit pas.* Je défie le botaniste le plus exercé de deviner au premier coup d'œil quelle est la proportion des deux classes, même dans un district de peu d'étendue. Il est aisé, au contraire, de dire à la simple vue si les composées, si les légumineuses, ou les plantes à feuilles persistantes, prédominent dans une région, parce que ces groupes sont plus homogènes, plus faciles à saisir dans leur ensemble et à comparer entre eux. Il faudrait au moins, pour qu'on pût attacher de l'importance à la proportion des deux grandes classes, avoir toujours le soin d'ajouter de quoi se compose chacune d'elles, en particulier la classe des monocotylédones, dont les formes sont si disparates entre elles.

Proportion des groupes naturels supérieurs aux familles et inférieurs aux classes. — Les botanistes s'évertuent à associer les familles en groupes inférieurs aux grandes divisions du règne et cependant fondés sur des caractères positifs; mais ces tentatives sont encore trop récentes, trop imparfaites, pour pouvoir être utilisées en géographie botanique. Il serait prématuré de calculer les proportions d'espèces de ces groupes, qui ne sont que provisoires ou du moins mal définis. D'autres associations d'une valeur botanique plutôt faible, mais qui répondent à des caractères très-apparents, méritent de fixer davantage l'attention du botaniste géographe.

La proportion des espèces *ligneuses* et *herbacées*; celle des espèces *annuelles*, *bisannuelles*, *vivaces* et *ligneuses*, soit *monocarpiennes* et *polycarpiennes*; la proportion des espèces à feuilles ou tiges *charnues*, soit plantes grasses; celle des espèces à *feuilles composées*, des espèces à *feuilles persistantes* et *caduques*, voilà des éléments à constater dans tout assemblage de végétaux. Chacun de ces groupes renferme des plantes de diverses familles ou classes, mais leur importance dans la nature est évidente. Le nombre des espèces ligneuses, des arbres surtout, a une valeur bien réelle, à cause de l'aspect des forêts et de leur action positive sur les plantes non ligneuses. Sous ce point de vue, les informations de statistique sur l'étendue des forêts dans un pays ne sont point à dédaigner. Je dirai même qu'un tableau statistique montrant la proportion des forêts, terres cultivées, prairies, marais, etc., en apprend plus à l'égard de la végétation générale d'un pays, que certaines Flores extrêmement savantes, dont les botanistes font le plus grand cas.

On a essayé quelquefois de classer les formes des plan-

tes en certaines catégories répondant à l'aspect, au *port* qu'elles présentent dans la nature. M. de Humboldt[1], et ensuite M. Meyen[2], ont distingué ainsi quinze ou vingt groupes, je dirai *physiognomiques*, des végétaux. C'est un moyen, de faciliter les descriptions des voyageurs. Toutefois, un grand nombre de formes ne sont pas assez tranchées pour rentrer dans une de ces catégories, ou plutôt il y a des formes tellement abondantes et vulgaires, qu'elles renferment la grande majorité des espèces de chacune des Flores. De là peut-être la faible utilité pratique de ces divisions.

2° *Caractères relatifs aux familles.*

Proportion des espèces de différentes familles relativement aux phanérogames. — Le calcul qu'on fait ordinairement pour exprimer la proportion des familles dans un pays, suppose implicitement, ce qui n'est pas exact, que les espèces de différentes familles sont également abondantes en individus dans le même pays. On aurait une idée plus juste, peut-être, en cherchant quelles sont les espèces les plus communes, et en calculant la proportion des familles sur ces espèces. Malheureusement, les données sur le degré de fréquence sont difficiles à recueillir, assez vagues en elles-mêmes, et, pour la plupart des pays, elles manquent totalement.

En outre, l'aire moyenne des espèces varie suivant les familles et suivant les régions. Ainsi, toutes choses d'ailleurs semblables, plus on considère un espace étendu,

[1] Essai sur la géographie des plantes, in-4°, p. 31 ; Tableaux de la nature, édit. de 1851, 2, p. 22.

[2] Grundriss der Pflanzengeogr., part. 3, p. 117.



plus on additionne d'espèces différentes dans certaines familles où les aires spécifiques sont limitées, comparativement à d'autres familles où les aires sont vastes. Dans une région centrale de l'Europe, par exemple, on trouvera une petite partie des légumineuses, labiées ou composées qui existent dans toute l'Europe, mais une forte proportion des cypéracées, joncées ou graminées; par conséquent, la proportion de ces familles ressortira différente, suivant qu'on envisagera, ou la région centrale supposée, ou l'ensemble de l'Europe. Les premières de ces familles auront un chiffre plus fort dans l'ensemble de l'Europe; cependant, sur le terrain, elles ne seront pas plus importantes qu'il ne semble d'après les Flores locales. Voyons jusqu'à quel point cette cause d'erreur peut être grave. Nous ne pouvons l'apprécier qu'en Europe; les énumérations d'espèces pour des pays compris les uns dans les autres, étant ailleurs nulles ou défectueuses.

Je me bornerai à comparer les légumineuses, composées et graminées, car les cypéracées sont souvent incomplètes dans les Flores, même d'Europe, et les autres familles n'ont pas assez d'espèces pour que les proportions soient indépendantes des erreurs et des circonstances de localités. Quant aux pays, je prendrai mes exemples sur le continent et sous des latitudes moyennes.

Je comparerai d'abord le département de Maine-et-Loire, d'après la Flore de M. Guépin (ed. 3, 1845, non compris le suppl. de 1850); les départements du centre de la France, qui renferment le précédent, d'après la Flore de M. Boreau; et la France entière, d'après le *Botanicon* de M. Duby. J'ai exclu partout les espèces cultivées [1].

[1] Pour ne pas m'éloigner des usages dans une circonstance où

	MAINE-ET-LOIRE. (1304 phanér.)		CENTRE DE LA FRANCE. (1530 phanér.)		FRANCE. (3615 phanér.)	
	Espèces.	Proportions aux phanérog.	Espèces.	Proport.	Espèces.	Proport.
Légumineuses	92	0,070	109	0,071	325	0,087
Composées....	123	0,094	156	0,102	478	0,132
Graminées....	110	0,084	119	0,077	249	0,069

On voit combien il serait vicieux de comparer la proportion des familles entre un département de la France et un pays grand comme l'Allemagne, et plus encore avec un pays immense comme les Etats-Unis ou la Nouvelle-Hollande.

En prenant les proportions des composées, graminées ou légumineuses, à l'égard des phanérogames, successivement dans tous les départements de la France, et en faisant les moyennes, ces proportions ne seraient pas celles qu'on trouve sur la flore de toute la France, et l'erreur serait tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant l'étendue relative des aires spécifiques des trois familles.

Voici un autre exemple pris en Alsace et en Allemagne. Je vais comparer : 1° la Flore de Strasbourg par Kirschleger (*Flora*, 1843, p. 197) ; 2° celle du grand-duché de Baden, de l'Alsace, de la Bavière rhénane et de Schaffhouse, par M. Grisselich (*Klein. Schrift.* I, p. 8) ; 3° celle d'Allemagne, avec l'Istrie et la Suisse, mais en défalquant les espèces cultivées, d'après Koch (*Syn.* ed. 1, p. LVII).

c'était indifférent, j'ai laissé les espèces cultivées involontairement, c'est-à-dire les mauvaises herbes des terrains cultivés, qui ne sont pas, à proprement parler, des espèces spontanées et encore moins des espèces aborigènes.



	STRASBOURG. (960 phanér.)		BADEN, ALSACE, etc. (1352 phanér.)		ALLEMAGNE. (3131 phanér.)	
	Espèces.	Proportions aux phanérog.	Espèces.	Proport.	Espèces.	Proport.
Légumineuses	51	0,053	70	0,052	212	0,067
Composées....	105	0,109	154	0.114	404	0,129
Graminées....	80	0,083	107	0,079	215	0,069

Les variations sont les mêmes que dans le cas précédent ; je veux dire dans le même sens et avec une intensité qui n'est pas très-différente.

On pourrait objecter que l'addition à l'Allemagne de pays très-différents, comme l'Istrie, jette un poids trop fort dans le chiffre des légumineuses et composées. Il y aura toujours quelque circonstance analogue en comprenant un pays très-étendu, mais les proportions suivantes montrent que, sans sortir de l'Allemagne, on trouve les mêmes faits. M. Fürnrohr (*Naturh. Topogr. Regensb. Flora*, p. XXXI) compare les proportions de familles autour de la ville de Ratisbonne et dans l'Allemagne proprement dite, c'est-à-dire non comprises la Suisse, l'Istrie et la province de Prusse. En présentant les proportions sous la forme adoptée ici, elles se trouvent :

	RATISBONNE. (1063 phanérog.)		ALLEMAGNE. (2906 phanérog.)	
	Espèces.	Proportions.	Espèces.	Proportions.
Légumineuses..	58	0,054	177	0,061
Composées	115	0,108	352	0,121
Graminées.....	80	0,073	205	0,070

Les auteurs comparent quelquefois les proportions de familles entre des pays aussi vastes que l'Europe entière, et même plus vastes. Si par hasard ils comparent une de

ces immenses régions avec les alentours d'une ville, ou avec une petite île, l'erreur résultant de l'aire relative des espèces peut s'élever à 4 ou 5 pour cent, et même plus haut, probablement, dans certaines régions exceptionnelles, et pour certaines familles. L'influence de cette cause doit être grande surtout dans les pays où les espèces changent rapidement d'un district à l'autre, par exemple au Cap, au Brésil, au Mexique, etc.

Malgré cette cause d'erreur, et celle venant du degré inégal de fréquence des espèces, il est certain que pour des pays d'étendue à peu près semblable, et pour des familles où l'aire moyenne des espèces n'est pas trop différente, ces proportions ont de l'intérêt et méritent d'être comparées d'une région à l'autre.

On peut aussi constater que certaines familles ont le plus grand nombre de leurs espèces agglomérées dans telle ou telle région du globe, sans s'inquiéter de la proportion qui en résulte à l'égard de toutes les phanérogames de chaque région. C'est un point de vue de la question qui conduit quelquefois à des conséquences différentes.

En général, de l'étude des familles, on peut tirer deux caractères essentiels à connaître :

1° Dans tout pays certaines familles sont *dominantes*, sous le point de vue de la proportion de leurs espèces. Tel est le cas des graminées et composées en Europe, des légumineuses aux Antilles, et dans la plupart des pays équatoriaux, des protéacées ou myrtacées à la Nouvelle-Hollande, etc.

2° Certaines familles sont *caractéristiques* dans ce sens qu'elles sont propres à la région que l'on considère, ou que du moins elles y présentent une proportion plus forte que dans d'autres régions, tantôt à l'égard des phanéro-





games de la même région, tantôt à l'égard des espèces de chaque famille. Ainsi les berbéridées, sont caractéristiques du Chili ; les stylidiées, de la Nouvelle-Hollande ; les résédacées, de la région méditerranéenne et adjacente ; les cactacées, du Mexique ; les oxalidées, du Brésil et du Cap, etc.

L'absence totale ou presque totale d'une famille dans une région, surtout lorsque les conditions du climat feraient croire qu'elle s'y trouve, est aussi un caractère qui ne doit pas être négligé.

Enfin, la combinaison des familles mérite d'être remarquée, aussi bien que les caractères tenant à chacune en particulier. Ainsi la végétation de l'île Juan Fernandez, formée essentiellement de composées et de fougères, doit présenter un aspect très-différent de telle végétation où les composées s'associent aux légumineuses, de telle autre où les fougères sont mêlées avec des aroïdes ou des orchidées ; et comme les principales familles se combinent par trois, par quatre, etc., il en résulte des flores excessivement variées.

3° *Caractères relatifs aux genres.*

L'indication des genres les plus nombreux en espèces, ou les plus apparents par le nombre des individus, est bien une manière de dépeindre l'ensemble des végétaux d'un pays. Les voyageurs, même superficiels, y font attention. Malheureusement ce caractère n'est pas susceptible d'une grande précision, et se prête difficilement à la comparaison d'un pays à l'autre, à cause de la multitude des genres, de l'absence pour plusieurs régions d'énumération complète des espèces, et du grand nombre de genres qui occupent deux ou plusieurs régions adjacentes ou même éloignées.

Ici, comme pour les familles, on peut remarquer les genres *dominants*, par le nombre des espèces ou des individus, et les genres *caractéristiques*.

4° *Caractères relatifs aux espèces.*

La présence d'une espèce dans un pays est toujours en elle-même un caractère, mais le nombre des espèces est si considérable, qu'on ne peut s'attacher à tous les faits de cette nature. Il suffit, en général, de constater :

Les espèces spontanées les plus communes, en insistant sur les arbres et sur les espèces qui dominent dans les stations principales de la région dont on s'occupe.

Les espèces *un peu remarquables et caractéristiques*, c'est-à-dire plus ou moins abondantes dans le pays, mais de nature à frapper un botaniste, et qui n'existent pas dans les pays voisins.

Les *espèces cultivées*, surtout celles de la grande culture.

On peut rechercher encore le nombre des espèces relativement à la surface, et en particulier celui des espèces *propres* au pays que l'on envisage.

Ces éléments numériques sont bons à constater, mais leur emploi exige de l'attention et des réflexions préalables, dont je vais m'occuper.

5° *Variété ou uniformité de végétation.*

Les formes végétales peuvent être variées dans un pays, soit par la diversité qu'elles présentent d'un district à l'autre, soit par la richesse de formes différentes dans chaque district.

Si le premier cas se présente il convient de distinguer des régions ou zones différentes et de les considérer à

part. C'est ce qu'on fait, par exemple, dans les pays montueux, où plusieurs degrés d'élévation offrent des végétaux en grande partie différents.

Lorsqu'il y a mélange intime des formes végétales dans l'étendue de pays que l'on considère, on est obligé d'employer des procédés statistiques. On calcule le nombre des espèces différentes, puis leur proportion par genre et par famille.

Pour que ces chiffres aient une valeur comparable d'un pays à l'autre, et même, je dirai, une valeur absolue, il faut se faire une idée de la manière dont l'étendue de surface modifie les proportions. Au premier aperçu on devine que suivant la grandeur du pays les chiffres changent, et changent dans des proportions différentes, puisque les espèces, les genres et les familles occupent des surfaces moyennes de grandeur très-diverse. La théorie et l'observation s'accordent pour montrer qu'en effet il serait inexact de comparer des proportions numériques basées sur des régions trop inégales entre elles [1].

Si, autour d'une ville, dans une surface de cent lieues carrées, je suppose, on trouve mille espèces de phanérogames appartenant à 400 genres et à 100 familles naturelles, ce qui fait 10 espèces, 4 genres et une famille par lieue carrée, et aussi 2 $^1/_2$ espèces par genre, et 10 par famille, les proportions seront tout autres en étendant le cercle, même en admettant que la végétation ne change pas de caractère. On arrivera bien plus vite à la limite de quelques espèces qu'à celle des genres, et surtout à celle des familles. Les espèces qui auront cessé de se montrer seront remplacées par d'autres, plus vite que l'on ne verra

[1] Un grand nombre de botanistes, peu habitués aux méthodes numériques, sont tombés dans cette erreur.

des genres nouveaux, ou des familles nouvelles, à cause de l'aire relative de ces groupes. Ainsi en prenant une grande province dans laquelle se trouve la ville supposée, par exemple une étendue de mille lieues carrées, on devra peut-être ajouter à la flore 200 espèces, deux ou trois genres seulement et à peine une famille, ce qui donnerait par lieue carrée, pour la province 1,2 espèces, 0,4 genres et 0,1 famille, et aussi 2,9 espèces par genre et 11,8 par famille. Etendons encore la surface; supposons, par exemple, un vaste pays comprenant cette province et plusieurs autres, en tout 20,000 lieues carrées, on aura dans la flore peut-être 2000 espèces, 500 genres et 103 ou 104 familles. Les rapports seront 0,1 espèce, 0,02 genres, 0,005 familles par lieue carrée, et 4 espèces par genre, 19 par famille. Ainsi, plus on suppose la surface de pays étendue, plus (la végétation restant d'ailleurs homogène) le nombre des espèces genres et familles par lieue carrée diminue, et cela dans une proportion d'autant plus rapide qu'il s'agit d'un groupe d'ordre plus élevé; plus aussi le nombre des espèces par genre et par famille augmente.

On pourrait donner à ces relations arithmétiques la forme de lois générales plus précises en employant les valeurs moyennes de l'aire des espèces, des genres et des familles, telles que nos recherches nous les ont données, mais ce serait peu utile, parce que les différents pays et les différents groupes de phanérogames s'éloignent toujours plus ou moins des valeurs moyennes fondées sur l'ensemble. Un mathématicien y verrait avec plaisir, peut-être, la démonstration des changements que les aires combinées avec les surfaces introduisent dans les rapports; les naturalistes aimeront mieux une démonstration fondée sur des cas particuliers.

Dans ce but je vais comparer trois Flores, comprises les unes dans les autres, dont je me suis servi tout à l'heure : celle du département de Maine-et-Loire (ancien Anjou), par M. Guépin (ed. 3, 1845), celle du centre de la France où se trouve ce département, ainsi que plusieurs autres, par M. Boreau, et celle de toute la France, d'après le *Botanicon gallicum* de M. Duby.

Après avoir retranché dans chaque ouvrage les espèces cultivées, et avoir réduit les familles uniformément à celles du *Botanicon*, je trouve les chiffres suivants :

	Surfaces[1] en lieues.	Espèces.	Genres.	Familles.
Maine-et-Loire......	365	1304	473	88
Centre de la France..	2600	1530	535	90
France.............	27,000	3615	739	103

On voit que si l'on prend pour unités les chiffres de la Flore de Maine-et-Loire, les accroissements sont :

		Maine-et-Loire.		Centre de la France.		France.
Pour les surfaces...	=	1	:	7,14	:	73
Pour les espèces...	=	1	:	1,17	:	2,77
Pour les genres....	=	1	:	1,13	:	1,56
Pour les familles...	=	1	:	1,02	:	1,16

Calculant ensuite par lieue carrée, on trouve pour une lieue :

	Espèces.	Genres.	Familles.
Maine-et-Loire	3,6	1,3	0,24
Centre de la France..	0,5	0,2	0,03
France............	0,17	0,04	0,02

[1] Les surfaces de Maine-et-Loire, et des départements compris dans la Flore de M. Boreau, sont données par les auteurs eux-mêmes. La surface de la France, en lieues, est tirée du nouveau dictionnaire géographique de Langlois.

Enfin la proportion des espèces par genre et par famille est :

	Espèces par genre.	Espèces par famille.
Maine-et-Loire	2,7	14
Centre de la France..	2,8	17
France	4,9	35

Pour chacun des quatorze districts de la Silésie le nombre des espèces par genre varie entre 2,1 et 2,3; le nombre des espèces par famille varie entre 8,2 et 10,1 ; mais pour l'ensemble de la Silésie ces chiffres sont de 2,8 espèces par genre et de 14,4 par famille (Schneider, *die Verth.*, etc., p. 210), et pour l'Allemagne entière ils sont de 4,2 et 19 (Koch, *Syn.* ed. 1, p. LVII—LX).

Je pourrais multiplier ces exemples, mais un fait plus général suffit pour la démonstration la plus complète. Evidemment le globe terrestre est la région la plus vaste qu'on puisse envisager; sa surface, abstraction faite des parties couvertes d'eau, est de 6,825,000 lieues, et si l'on suppose, 200,000 phanérogames, ce qui est l'un des chiffres les plus élevés qu'on ait supposés, il y aurait par lieue carrée 0,029 espèces, disons 0,03. Or, les localités très-restreintes et même les plus pauvres ont infiniment plus d'espèces dans une lieue carrée. Ainsi, au sommet du pic du Midi de Bagnères on compte 71 phanérogames sur 200 mètres de surface (Ramond) ; en Ecosse, dans les plaines tourbeuses les plus monotones, il y a de 50 à 100 phanérogames par mille anglais carré ; et dans les environs de Londres, qui ne sont pas d'une abondance excessive en plantes spontanées, on a compté 400 espèces dans un mille carré (Wats., *Phytol.* 1838, p. 267).

Dans le règne végétal tout entier, c'est-à-dire pour l'ensemble de la surface terrestre, on compte environ 12 espèces par genre et 500 par famille, tandis que toutes les Flores particulières, même celles de grands pays, sont loin d'offrir des chiffres aussi élevés.

On voit combien il est fâcheux de comparer les proportions d'espèces par genre ou par famille, et aussi le nombre des espèces relativement aux surfaces, entre pays d'étendue très-différente, par exemple entre une petite île et un continent, entre un sommet isolé ou une petite zone alpine et une région subalpine plus vaste ou de grandes contrées vers le nord. Ces comparaisons ont cependant été faites, même par des auteurs estimés, mais en toute chose il faut étudier les méthodes avant de les employer. Cela est vrai surtout en statistique.

6° *Analogies avec d'autres Flores.*

Ce sont des faits à constater que les ressemblances et les dissemblances entre la végétation dont on s'occupe et celle de pays d'un climat analogue ou de pays adjacents. Les rapports et les différences peuvent exister dans tous les genres de caractères. Naturellement, on doit chercher à insister sur les principaux, et dans ce but nous devons fixer nos idées sur la valeur relative des caractères de végétation.

II. VALEUR RELATIVE DES CARACTÈRES DE VÉGÉTATION.

Certains botanistes géographes paraissent mettre en première ligne d'importance les relevés numériques, probablement à cause de la forme précise de cette nature de documents. Je ne saurais partager leur opinion, et cela

justement parce que les méthodes exactes me plaisent, et que l'exactitude ne consiste pas à préférer toujours les chiffres aux paroles, mais à donner à chaque chose et à chaque point de vue son importance véritable.

Quand il s'agit de comprendre et de dépeindre l'ensemble de la végétation d'un pays, je m'attacherai d'abord aux caractères qui frappent tout le monde et qui forment les grands traits du tableau. Ces caractères peuvent s'exprimer quelquefois par des chiffres, et alors on fait très-bien d'en profiter, mais ce n'est pas toujours le cas. Les formes ordinaires du langage, si elles expriment des choses d'importance majeure, me paraissent préférables à des caractères numériques de second ou de troisième ordre.

La *division générale du sol* en marais, prairies, forêts, terrains salés, terrains cultivés, etc., me semble la chose qui, d'entrée, donne l'aperçu le plus juste de la végétation d'un pays. Ce n'est pas seulement un caractère physique, comme la température et l'humidité de l'air, c'est aussi pour les forêts et les prairies un caractère botanique et des plus importants. Si le degré de civilisation du pays permet de connaître exactement la proportion de ces grandes stations, on fera très-bien de la donner sous forme numérique. Dans ce cas les chiffres expriment d'une manière exacte et abrégée ce qu'il est essentiel de savoir.

Après cela je regarderai comme important de connaître les *espèces les plus communes*, dans les stations qui occupent le plus de place, et en particulier les espèces ligneuses sociales, c'est-à-dire celles qui constituent exclusivement des forêts. Dans les pays très-cultivés, l'indication des principales espèces agricoles est d'une importance à peu près égale.

Au troisième degré, je placerai l'énumération des *prin-*

cipaux genres, l'indication des *familles dominantes* et des *familles caractéristiques*, la fréquence ou la rareté de certaines grandes *catégories physiognomiques*, telles que plantes grasses, plantes à feuilles persistantes, plantes annuelles, etc.

Enfin, je mettrai en dernière ligne les caractères qu'un botaniste seul peut découvrir, ou qui résultent seulement d'une investigation complète et de calculs faits sur des livres, comme l'indication *d'espèces rares*, *la proportion des dicotylédones et monocotylédones*, *le nombre total des espèces*, *genres et familles*, *celui des espèces propres au pays*, *et le nombre moyen des espèces par genre et par famille.*

Les analogies et les dissemblances, relativement à d'autres pays, ont plus ou moins de valeur suivant qu'elles portent sur l'un ou sur l'autre des caractères, d'importance très-diverse, dont je viens de parler.

Ces réflexions me paraissent propres à diriger dans leurs travaux les auteurs de Flores et les voyageurs qui décrivent les végétations. Elles montrent aux premiers qu'il y a des chiffres bons à calculer et d'autres parfaitement inutiles ou même trompeurs, et aux seconds que certains faits essentiels ne se voient pas sur le terrain et avec les yeux.

Note sur la manifestation de la polarité dans la distribution des êtres organisés dans le temps, par M. Ed. Forbes. (*Royal Institut.*, 28 avril 1854.)

Tous les naturalistes sont aujourd'hui d'accord pour reconnaître que les êtres organisés se sont succédé dans la série des temps géologiques en formant des faunes distinctes; on est moins avancé lorsqu'on cherche à formuler les lois qui règlent les relations de ces faunes entre elles. Les uns ont soutenu le *perfectionnement graduel*; ils représentent les premiers âges de l'animalisation comme caractérisés par des êtres relativement imparfaits, et voient dans les âges suivants des degrés successivement plus élevés, jusqu'à l'époque actuelle, qui offre, suivant eux, dans l'organisation animale le maximum de perfection. D'autres admettant, au contraire, que dès qu'un type a été créé il l'a été avec tout le développement qu'il comporte, établissent, sous le nom de *loi de représentation*, le remplacement des êtres par d'autres qui leur sont homologues ou équivalents. Quelques-uns comparant surtout le nombre et la variété des groupes de chacune de ces époques ont cherché à prouver que la nature a été relativement plus pauvre dans l'origine et qu'elle n'a pris que graduellement et successivement la richesse et la diversité dans les formes, qui sont aujourd'hui plus remarquables que jamais. Quelques naturalistes se sont davantage préoccupés de la taille, et, se fondant sur l'existence de quelques types éteints de grande dimension, ont cru que la nature épuisée ne produit plus de nos jours que des

êtres médiocres, et que lorsqu'elle a été plus jeune elle a manifesté sa puissance par des produits plus considérables.

Toutes ces opinions et bien d'autres que nous pourrions énumérer sont fondées les unes sur l'idée d'augmentation ou de diminution graduelle pendant la série des temps, les autres sur une égalité approximative des diverses périodes. M. Ed. Forbes, dans l'article que nous analysons, soutient, sous le nom de *polarité*, une idée différente. Il pense que la première création des êtres organisés a eu tous les caractères de l'abondance et de la variété, puis que la nature s'est en quelque sorte modérée et a marché d'une manière plus calme pendant une époque intermédiaire. Suivant lui une nouvelle intensité dans la force créatrice s'est manifestée en s'approchant des temps modernes, afin que l'homme fût entouré à son berceau d'un développement considérable d'êtres variés et nombreux.

L'intérêt qui s'attache à toutes les productions d'un naturaliste aussi éminent que M. Ed. Forbes, et l'importance des questions qui sont soulevées dans ce mémoire nous ont paru en justifier une traduction abrégée. Nous devons, par respect pour la vérité, ajouter que les idées qu'il renferme ne nous ont pas paru à l'abri de quelques objections. Nous ne les présentons toutefois que d'une manière très-peu absolue et comme de simples questions. Nous n'avons pas voulu retarder la publication de cet article jusqu'à ce que nous ayons eu le temps de réunir tous les matériaux nécessaires pour une comparaison aussi compliquée. M. Ed. Forbes lui-même ne nous a pas facilité ce travail, car il n'a donné aucun chiffre et aucune preuve à l'appui de sa manière de voir ; il les réserve probablement pour un mémoire plus étendu.

Les objections qui nous frappent principalement sont les suivantes :

M. Ed. Forbes, en comparant le développement de la création à une sphère et en plaçant la période silurienne à un pôle et l'époque moderne à l'autre, est-il dans le vrai en plaçant au centre l'époque pénéenne et l'époque triasique? Y a-t-il équivalence entre les deux rayons, et la période primaire peut-elle être égalée pour l'importance aux époques jurassique, crétacée, tertiaire et moderne?

M. Ed. Forbes est-il certain de la pauvreté relative de l'époque triasique? Les découvertes si nombreuses et si importantes qui ont tellement enrichi la faune de Saint-Cassian et des terrains salifériens d'Hallstadt et d'Aussee, ne sont-elles pas en désaccord avec cette manière de voir?

M. Ed. Forbes a-t-il des preuves suffisantes que l'époque carbonifère et l'époque jurassique soient des périodes d'un développement médiocre. Cette dernière, avec son énorme production d'ichthyosaures, et de tant d'autres reptiles gigantesques ou bizarres, avec ses ammonites et ses bélemnites, avec ses poissons si variés, ses mammifères didelphes, donne-t-elle aux paléontologistes l'idée d'un repos relatif dans les forces de la création?

Nous ajouterons qu'une grande difficulté nous arrête, et que jusqu'à ce que nous sachions comment le savant paléontologiste a estimé la richesse relative d'une faune, nous conserverons quelques doutes. Si c'est par les genres qui lui sont propres, il est naturel qu'une époque qui n'a point d'antécédent, ait des genres spéciaux plus nombreux qu'une période qui est *précédée* et *suivie* par des faunes plus ou moins homologues.

Nous demanderons encore à M. Ed. Forbes s'il ne fait que compter les types génériques ou s'il en pèse l'importance. Un groupe tout spécial de reptiles gigantesques est-il

équivalent suivant lui à un genre de mollusques ou de polypiers. S'il en est autrement comment arrive-t-il à ce résultat avec les types si remarquables de reptiles des époques pénéenne, triasique et jurassique comparés aux vertébrés de l'époque primaire.

Mais, nous le répétons, nous ne faisons ici que des questions, et peut-être M. Ed. Forbes[1] a-t-il le moyen de les résoudre. Nous attendrons un mémoire détaillé pour en juger les résultats et nous le laissons parler lui-même.

F.-J. P.

« Quatre relations principales existent entre les êtres organisés ; ce sont : l'affinité, l'analogie, la représentation et la polarité ; les trois premières ont été étudiées dans leurs rapports avec le développement géologique, la quatrième a été négligée. Le terme même de *polarité* est rarement employé en histoire naturelle, quoiqu'il ait été proposé depuis plusieurs années par le botaniste suédois Fries, et employé systématiquement depuis lors par quelques naturalistes. Ce mot n'est pas à l'abri de quelques objections, car les physiciens lui ont donné une signification qui n'est pas identique à ce que nous entendons; mais aucun autre ne peut, pour les naturalistes, rendre d'une manière aussi convenable l'idée de la manifestation d'une force de développement, aux pôles opposés d'une

[1] Nous venions de rédiger ces lignes lorsque nous avons appris, par un journal anglais, la mort prématurée de M. E. Forbes. Nous espérons encore que cette nouvelle, qui serait si funeste pour la paléontologie, est erronée. Si malheureusement elle est vraie, ce serait pour nous un motif de plus de recueillir les derniers travaux de ce naturaliste distingué.

sphère idéale ; et il serait impossible de le remplacer par ceux de divergence ou d'antagonisme qu'on a cherché à lui substituer. »

« La meilleure idée que l'on puisse donner de la polarité, dans le domaine de l'histoire naturelle, est celle de l'opposition et de la progression dans les directions contraires que présentent les séries animale et végétale. Le point de réunion de ces séries correspond à celui qui marque pour chacune d'elles son moindre développement, là où les natures animale et végétale sont presque confondues ; tandis que les manifestations les plus élevées de chacune d'elles sont opposées. » (M. Ed. Forbes représente cette vérité en plaçant le point de réunion des séries au centre d'une sphère représentée par un grand cercle, dans laquelle il trace un diamètre vertical ; il construit deux cercles sur chacune des moitiés de ce diamètre, de sorte que l'un et l'autre sont tangents à la circonférence du grand et qu'ils se touchent tous deux au centre. Les deux extrémités du grand diamètre représentent ainsi pour lui les pôles.)

« Le désir sérieux, instinctivement commun à toutes les intelligences, de découvrir un plan dans les arrangements de la nature a donné lieu à plusieurs hypothèses sur la distribution de la vie dans les temps géologiques, hypothèses qui reposent sur des faits plus ou moins clairement compris. De là est née l'idée que tous les types organisés ne sont que le développement dans le temps d'un prototype rudimentaire ; celle que des formes originairement distinctes se sont succédé sans se confondre ; celle que les grands groupes ont apparu en même temps, mais représentés seulement dans l'origine en totalité ou en majorité par les formes inférieures du type ; celle que

les faunes et les flores successives des temps géologiques correspondent aux faunes et aux flores des diverses régions géographiques distribuées entre les pôles et l'équateur; celle que la vie a été toujours uniforme, et que des groupes équivalents et semblables se sont succédé dans la série des temps; et celle qui considère les analogies dans la vie des diverses époques comme faisant essentiellement partie du domaine de la théologie.

« Pendant plusieurs années j'ai été convaincu que l'on peut expliquer tous les faits qui ont donné lieu aux hypothèses que je viens d'énumérer, en admettant simplement qu'à chacune des époques géologiques les groupes ou types organiques ont été remplacés par des groupes qui les représentent. Ce fait élémentaire et incontestable rappelle tout à fait ce qui se passe dans la distribution géographique des êtres actuels. J'ai cru que les contradictions apparentes et les particularités encore inexpliquées que présentent les époques les plus anciennes, et qui contrastent avec les époques moyennes et récentes, pouvaient dépendre de l'état incomplet de nos connaissances, et qu'il était possible de les expliquer en supposant l'existence d'une grande période géologique dont nous n'aurions pas connaissance. En particulier, la grande lacune qui se trouve entre la vie paléozoïque et la vie mésozoïque me semblait pouvoir tenir à ce que nous ignorons l'existence de quelques formations peu puissantes, qui auraient pu être déposées entre l'époque permienne et l'époque triasique.

« Mais la rapide accumulation des faits paléontologiques qui ont été recueillis dans ces dernières années, et l'énorme augmentation de nos connaissances relatives à la faune paléozoïque sont trop d'accord avec ce que nous

connaissions déjà pour ne pas montrer que l'explication qui me semblait suffisante ne rend pas complétement compte de la vérité. J'ai reconnu que les diverses théories sur la progression et le développement des êtres sont toutes basées sur une perception obscure, et sur une interprétation imparfaite des effets de quelque grande loi générale inconnue, et qu'il n'est plus possible, en face des preuves paléontologiques, de soutenir aucune d'entre elles. La série d'apparition des êtres organisés n'est évidemment pas soumise à une progression organique. Des conditions anatomiques convenables ont accompagné la création de chaque groupe. Aucun type, soit générique et par conséquent idéal, soit spécifique et par conséquent individuel, n'a été répété dans la série des temps. Ce sont là des faits devenus évidents et un important résultat des recherches géologiques. »

« Mais on peut trouver dans la distribution relative des types génériques, dans le temps, si l'on ose parler ainsi, l'indication d'une loi différente, plus générale, qui paraît dépendre de la manifestation de la polarité. Nous avons l'habitude de grouper les époques géologiques en trois grandes sections, l'époque *paléozoïque*, qui est la plus ancienne, l'époque *mésozoïque* ou moyenne, et l'époque *cainozoïque*, plus connue sous le nom d'époque *tertiaire*, qui est la plus récente. Si nous comparons entre elles les faunes et les flores de ces trois grandes sections, nous trouverons de plus grands rapports entre les époques mésozoïque et tertiaire qu'entre les époques mésozoïque et paléozoïque. Ces relations se manifestent principalement et deviennent évidentes lorsque l'on considère les détails de la distribution des formes animales fossiles qui habitaient le milieu dans lequel se sont déposées les

couches sédimentaires. D'un autre côté, les animaux qui caractérisent l'époque paléozoïque, et qui ont vécu pendant cette longue période ont, lorsqu'on les compare dans leur ensemble, une puissante analogie et une étonnante parenté entre eux. Je propose en conséquence de désigner sous le nom de *néozoïque* la totalité des époques qui ont succédé à la période paléozoïque. Si nous comparons ces deux grandes époques, nous trouverons que les indications fournies par les types génériques de chacune d'elles présentent des phénomènes d'un contraste frappant. Le maximum de développement des genres de la période paléozoïque a eu lieu à son origine et celui de la période néozoïque pendant les dernières époques. La concentration des forces caractéristiques de la première période serait dans les formations siluriennes et dévoniennes ; le plus grand développement générique de la période néozoïque a été réservé aux époques crétacée, tertiaire et moderne. Il y a eu, au contraire, pauvreté relative dans la production des types génériques pendant la dernière époque de la période paléozoïque et au commencement de la période néozoïque, c'est-à-dire qu'à peu d'exceptions près, les espèces de ces deux temps de ralentissement appartiennent à des genres qui font partie des époques de développement maximum.

« Le tableau suivant peut en donner une idée.

Période néozoïque.	Epoque actuelle et tertiaire	Maximum.
	Epoque crétacée.	
	Epoque jurassique.	Intermédiaire.
	Epoque triasique.	Pauvreté.
Période paléozoïque.	*Epoque permienne*.	
	Epoque carbonifère.	Intermédiaire.
	Epoque dévonienne.	Maximum.
	Epoque silurienne.	

« Avant l'époque silurienne et depuis le commencement de l'époque moderne, aucune création de types génériques n'a eu lieu, et l'on en peut conclure la vraisemblance d'un plan qui ferait concorder la création de l'homme avec le développement extrême des êtres organisés. La riche création des faunes et des flores paléozoïques les plus anciennes paraît avoir ouvert la série des événements biologiques qui a été formée par l'apparition de l'homme. Il est probable que cette concentration du maximum de développement des formes aux premiers âges du globe et à la fin des périodes que nous connaissons, renferme quelque chose de plus qu'un simple rapprochement de chiffres. Les deux moments d'intensité de création sont en opposition et en contraste, et se substituent l'un à l'autre; les groupes parallèles de chaque sous-règne et de chaque classe se remplacent et jouent un rôle correspondant dans l'économie de la nature. Ce remplacement ne consiste pas dans la substitution pendant la seconde période d'un groupe supérieur à un groupe d'une organisation inférieure, qui aurait vécu dans la première. Si dans quelques cas on observe une pareille substitution, on doit la regarder comme un accident, et elle ne peut point être considérée comme une règle générale. Les cas, d'ailleurs, dans lesquels on l'a pu constater, sont très-rares. Le tableau suivant peut servir, par quelques exemples, à expliquer ce que nous entendons par ces substitutions. »

Epoque néozoïque.	*Epoque paléozoïque.*
Cycloïdes et Cténoïdes.	Ganoïdes et Placoïdes.
Crustacés malacostracés.	Crustacés entomostracés.
Céphalopodes à deux branchies.	Céphalopodes à quatre branchies.
Lamellibranches.	Brachiopodes.
Echinides.	Crinoïdes.
Polypes à six rayons.	Polypes à quatre rayons.



(Nous ne reproduisons pas ici une figure destinée à faire comprendre ces relations, car elle ajoute peu à leur clarté. M. E. Forbes figure le développement d'un type sous la forme d'un 8 allongé, dont l'intersection des branches correspond au minimum de développement, l'extrémité dilatée supérieure au maximum d'un type néozoïque, et l'extrémité dilatée inférieure au maximum de développement de son correspondant paléozoïque.) M. E. Forbes fait encore remarquer qu'il faut, dans ces comparaisons, ne pas tenir compte du nombre des espèces comprises dans chaque type générique.

« On pourrait croire qu'il y a une contradiction dans l'expression « manifestation de la polarité dans le temps,» car le temps implique l'idée de succession et de progrès dans une seule direction, et il ne paraît pas facile d'y joindre l'idée de progrès dans deux directions opposées, en partant d'un milieu où se trouve le zéro. Mais il faut remarquer que le temps est un moyen par lequel l'esprit de l'homme scrute la création, une manière de concevoir les idées divines par nos faibles facultés ; mais que cette notion de temps ne forme pas par elle-même une partie du plan de Dieu dans la nature organisée. Nous parlons de polarité dans le temps, faute d'une meilleure expression ; mais cette polarité est elle-même, si nos idées sont justes, une loi qui correspond au plan primitif de la création divine, et qui est, par conséquent, complétement indépendante de la notion de temps, quoiqu'elle ne soit perceptible pour notre esprit que par rapport à lui.

« En revenant sur les idées que j'ai émises, je vois bien qu'elles peuvent facilement donner lieu à de fausses interprétations et à des confusions, d'autant plus que l'exposition des faits aurait dû précéder la démonstration. Elles

seront pour le moment reçues à peine comme des idées théoriques ; mais lorsqu'elles seront plus développées, elles seront prises en considération. En les publiant plus en détail, je les baserai sur un grand nombre de faits individuels, sur des recherches considérables, et sur des tableaux ; mais il faut pour cela pouvoir travailler avec plus de loisir que je n'en ai maintenant. C'est dans l'intention de prendre date que j'ai publié cette hypothèse. Quelques personnes pourront y voir de l'imprudence ; mais c'est la seule idée qui puisse faire ressortir les germes de vérité contenus dans les théories en vogue, et la seule qui s'accorde avec les faits. Ces considérations doivent lui assurer une bonne réception. Si mes idées sont aussi exactes que je le pense, la vérité qu'elles renferment est de la plus haute importance ; si, au contraire, elles sont fausses, elles serviront à stimuler des recherches dans une nouvelle direction. »

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

39. — **Phénomènes lumineux et calorifiques qui se manifestent sur les électrodes qui conduisent un fort courant dans un liquide**, par V. S. M. van der Willigen. (*Ann. de Poggendorff*, tome XCIII, p. 285, 1854, n° 10.)

Après avoir rappelé les expériences de Hare, de Mackrell[1] et de Grove[2] sur ce sujet, l'auteur passe à l'exposition de ses propres recherches. Il a commencé par plonger des fils métalliques servant d'électrodes dans l'acide sulfurique concentré ; ces fils étant de platine et le négatif étant plongé le premier, on voit le positif, au moment où on le met en contact avec le liquide, rougir sur une longueur de 3 à 4 millimètres, et si on l'enfonce de plus en plus, on l'aperçoit donner une lueur dans le liquide sur une longueur de 1^cent^,5 environ, et il se manifeste des points rouges à sa surface. Quand on plonge l'électrode négatif le dernier, on obtient à la surface des étincelles d'un bleu lavande que l'on voit encore à son extrémité inférieure quand on l'enfonce dans le liquide. Si l'électrode positif est un fil de fer et qu'on le plonge le premier, c'est lui qui devient lumineux quand on met l'électrode négatif de platine en contact avec le liquide, contrairement à ce qui arrive lorsque les deux électrodes sont en platine. Puis, après avoir servi pendant quelque temps, le liquide se trouble, ce qui est probablement dû à un dégagement de soufre. Quand le liquide est de l'acide sulfurique étendu, on n'obtient aucune ignition à la surface des fils, mais la lumière bleue lavande qui est à l'extrémité de l'électrode négatif est beaucoup plus prononcée qu'avec l'acide sulfurique concentré. On voyait sur les fils

[1] *Archives de l'Électricité*, tome I, p. 575.
[2] *Archives des Sc. Phys.*, tome XX, p. 292.

un plus ou moins grand nombre de points isolés plus lumineux qui, sur l'électrode positif, étaient des étincelles distinctement jaunes. Pour bien reconnaître la différence de la lumière entre les deux électrodes, on suspend un cordonnet de coton par-dessus le bord d'un verre rempli d'acide sulfurique étendu, et l'on appuie contre ce cordon l'électrode qui doit être mis le dernier en contact, au lieu de le tenir sur la surface du liquide. Le circuit étant ainsi établi, la partie du cordon où le fil de platine est en contact avec lui disparaît sans laisser aucune trace comme si on l'eût taillée avec un couteau, et on aperçoit une lumière rouge autour de l'électrode positif et une bleue lavande pure sur le négatif.

Avec une dissolution de chlorure de sodium on a obtenu, en retirant délicatement l'électrode négatif de manière à ce qu'il s'établît entre lui et le liquide un arc lumineux, une lumière jaune verdâtre qui était celle du sodium quand il brûle; il y avait en même temps une forte effervescence à la surface du liquide. Dans ce cas, comme dans le précédent, la température élevée du fil fait qu'il n'y a pas contact immédiat entre le liquide et lui, et permet qu'il devienne lumineux si le courant est assez fort, ce qui n'a pas lieu dans ce cas. L'électrode positif ne donne pas d'arc comme le négatif, mais seulement de petites étincelles jaunes ; du reste, il se conduit comme lui quand on l'enfonce dans le liquide. Une solution de sulfate de potasse a présenté les mêmes phénomènes que celle du chlorure de sodium ; seulement l'arc entre le liquide et l'électrode négatif a été plus faible et offrait la couleur violette du potassium en combustion.

Des essais faits avec le mercure, soit en mettant les fils métalliques en contact avec ce liquide, soit en formant un arc entre eux et lui, ont démontré la prédominance au point de vue du réchauffement de l'électrode positif, aussi bien quand c'était le mercure que lorsque c'était le fil qui était en communication avec le pôle positif de la pile. En recouvrant le mercure d'acide sulfurique concentré ou étendu, ou d'essence de térébenthine, les phénomènes n'ont pas changé ; seulement l'essence de térébenthine s'est décomposée par l'effet de la chaleur.

En résumé l'auteur estime que les liquides peuvent servir d'électrodes pour l'établissement de l'arc voltaïque aussi bien que les solides, et que les phénomènes lumineux tiennent à la fois à l'ignition voltaïque et à la combustion ou à l'incandescence des produits de la décomposition électro-chimique. En particulier dans le cas de l'acide sulfurique concentré, il paraît bien évident que l'état lumineux des électrodes qui y sont plongés, n'est point le résultat de l'incandescence du métal, mais provient d'un état lumineux développé dans l'atmosphère gazeuse ambiante.

---

40. — OBSERVATIONS SUR LES RECHERCHES DE M. VAN DER WILLIGEN, par M. A. DE LA RIVE.

Dans le mémoire dont nous venons de rendre compte, M. van der Willigen s'occupe de divers phénomènes de l'arc voltaïque dont la plupart ont été déjà décrits. Ainsi l'échauffement du mercure quand il sert d'électrode négatif se trouve déjà signalé dans mes recherches sur l'arc voltaïque publiées en 1847[1]. De même tout ce qui concerne l'incandescence des fils, et le fait qu'elle commence là où la résistance est la plus grande est également connu depuis longtemps. Mais le point sur lequel porte essentiellement mon observation est relatif au bruit particulier que fait entendre l'arc voltaïque lorsqu'il est produit sous l'influence d'un fort électro-aimant. Ce bruit, que j'ai signalé le premier dans le mémoire que je viens de rappeler, est de deux sortes, ou un sifflement analogue à celui que fait entendre le sifflet d'une chaudière à vapeur, ou des détonations semblables à celles de petites explosions. La nature et la forme des électrodes jointes au fait qu'ils communiquent au pôle positif ou négatif déterminent la production de l'une ou de l'autre des deux espèces de bruit.

Or, M. van der Willigen prétend que les détonations que j'ai décrites proviennent des coups que frappe l'un des électrodes

[1] *Transact. de la Société royale de Londres* pour 1847, et *Archives des Sciences phys.*, tome IV, p. 353 et 356.



quand il revient en contact avec l'autre, par l'effet d'un mouvement d'oscillation que détermine l'action de l'électro-aimant. Je reconnais que l'auteur a dû produire un bruit de ce genre par la manière dont son appareil était disposé, mais sa pile était beaucoup trop faible pour déterminer celui que j'ai découvert, et dont la cause n'a aucun rapport avec celle qu'il lui assigne. En effet, loin d'être déterminées par le contact des électrodes, les détonations dont il s'agit n'ont lieu qu'au moment de la séparation des deux conducteurs, dont l'un est une surface plane et l'autre une pointe, entre lesquels l'arc voltaïque s'échappe.

41.—De l'action des corps non conducteurs dans l'influence électrique, par M. Riess. (*Acad. des Sciences de Berlin*, mai 1854, et *Institut* du 22 novembre 1854[1].)

L'auteur rappelle la théorie sur l'influence électrique que M. Faraday a exposée dans les 11e, 12e et 13e séries de ses admirables recherches expérimentales, et suivant laquelle cette influence n'est pas due à une action de l'électricité à distance, mais à l'action réciproque de particules adjacentes d'un milieu isolant. M. Riess a fait remarquer, depuis longtemps, que cette théorie ne pouvait, suivant lui, se soutenir, parce que, comme on peut le démontrer expérimentalement, elle s'appuie sur cette hypothèse incorrecte que de trois quantités d'électricité présentes dans l'influence, deux sont parfaitement occupées réciproquement et cessent toute action. Il a fait aussi remarquer que les expériences qui peuvent venir à l'appui de cette théorie doivent pouvoir s'expliquer par l'action simultanée des trois quantités d'électricité prises ensemble. Or, comme il existe encore quelque chose d'incertain sur la signification d'une partie de ces expériences, qui sont surtout importantes en ce qu'elles paraissent établir une différence d'action entre les corps conducteurs et

[1] Nous donnerons, dans l'un de nos prochains numéros, un résumé un peu étendu des travaux de M. Riess sur l'électricité dissimulée qu'il ramène aux simples lois de l'électricité par influence. (R.)



les corps non conducteurs dans l'influence, il lui a semblé que des recherches expérimentales sur ce sujet ne sauraient être considérées comme superflues.

Pour déterminer ce qu'il appelle le pouvoir inducteur spécifique des isolants, M. Faraday a fait connaître un appareil, l'inductomètre différentiel, qui consiste en deux disques métalliques avec surfaces adjacentes placées en regard ; l'un est électrisé, et on examine l'électricité sur l'autre. Il a trouvé sur le dernier disque que l'électricité produite par influence était en bien moindre quantité lorsque l'air était interposé entre les deux disques, que lorsque c'était une plaque de soufre ou de gomme laque. L'influence paraissait avoir lieu d'une manière plus puissante ou à un plus haut degré par la plaque solide non conductrice que par l'air. Cette expérience a été répétée depuis, tantôt avec le même succès, tantôt avec des résultats contraires. L'auteur indique les précautions qu'il faut prendre pour obtenir des résultats sûrs et incontestables. Lorsque des plaques de gomme laque, de paraffine, de gutta-percha, de mica et de verre sont insérées entre deux disques en métal, il a observé, quand on insérait un plus grand nombre de ces plaques, qu'il y avait augmentation dans l'électricité du disque influencé. Mais ce qui montre que cette augmentation n'est pas propre exclusivement aux plaques isolantes interposées, c'est l'emploi de disques métalliques comme plaques intermédiaires, et au moyen desquels on peut aussi produire une augmentation. Pour ne laisser aucun doute sur ce sujet et établir d'une manière plus certaine les bases de l'action des plaques isolantes intermédiaires, on a donné à l'expérience la forme la plus simple.

On a pris deux sphères en métal qu'on a éloignées de 7 lignes l'une de l'autre; l'une de ces sphères a été électrisée, et on a analysé l'autre sous le rapport électrique, en mesurant la quantité de son électricité, suivant qu'on interposait dans l'espace, entre les sphères, de l'air seulement, ou une plaque non conductrice. On a trouvé que l'électricité de la sphère neutre, tantôt augmente, tantôt diminue, suivant qu'on emploie des plaques de la même matière, mais de dimensions diverses, et, de plus, on a observé une diminution de

l'électricité par les mêmes plaques qui auparavant, dans les expériences avec les disques, avaient donné une augmentation. *Le résultat de l'action des plaques non conductrices interposées dépend donc, dans les expériences sur l'influence, de la forme et des dimensions tant de ces plaques que de celles du conducteur employé dans ces expériences.* Quant à la manière dont l'action de ces plaques isolantes intermédiaires se met en équilibre, on n'a pu rien établir de direct, parce que l'état électrique de ces plaques s'oppose à ce genre de recherches, et qu'il faut en déduire l'action analogue des plaques conductrices intermédiaires.

Après avoir reconnu sous ce double rapport l'action produite par des disques métalliques de diverses dimensions, on a examiné la distribution des deux électricités sur ces disques, et expliqué ainsi leur action, puisque c'est de la distribution électrique que dépend l'action prépondérante de l'une ou de l'autre espèce d'électricité; mais il est indubitable que l'action des plaques conductrices intermédiaires est influencée par la distribution des deux électricités par influence sur les plaques, et qu'on est ainsi conduit nécessairement à attribuer à la même cause l'action des plaques non conductrices interposées. On sait parfaitement que les matières les plus isolantes sont excitées par influence, et cette excitation arrive à l'état d'équilibre en un temps très-court, ainsi que le démontre une expérience dans laquelle on fait mouvoir rapidement une plaque épaisse de gomme laque, entre la flamme d'une lampe à esprit-de-vin et une sphère électrisée positivement. La plaque de gomme laque devient ainsi fortement électro-négative. Mais si ce sont les électricités par influence des plaques isolantes qui interviennent par leur action, il s'ensuit que la position de ces plaques entre la sphère influente et cette influence est sans importance, et que ces plaques doivent de même agir quand on les place latéralement. Le sens dans lequel doit tomber cette action a été examiné en étudiant la distribution de l'électricité sur un disque conducteur, devant lequel on a placé une sphère, de manière à ce que la normale qui partait du centre de la sphère tombât loin du centre du disque. La conséquence qu'on a tirée de cette expérience, c'est que l'électricité de la sphère influencée diminue par

une certaine position d'une plaque sur le côté de la sphère préalablement électrisée, et on a de plus constaté parfaitement qu'elle devait être augmentée dans une autre position par des expériences avec des plaques non conductrices. On peut donc ainsi expliquer ce phénomène remarquable, savoir : que, lors de l'interposition d'une plaque entre un corps électrisé et un corps neutre, l'électricité par influence du dernier diminue aussitôt que le bord de la plaque s'avance entre les deux corps. Cette diminution évidente est, pour quelques plaques non conductrices, d'autant plus considérable que l'augmentation consécutive, après avoir replacé convenablement la plaque entre ces deux corps, est plus forte. Voici du reste comment l'auteur résume ses expériences.

L'influence qu'un corps électrisé manifeste sur un corps neutre n'éprouve aucun changement par un corps intermédiaire qu'on amène dans son voisinage, que ce corps se compose d'une matière conductrice ou non conductrice. Une augmentation ou une diminution de la quantité d'électricité du corps influencé pourrait tout aussi bien être produite par un corps intermédiaire conducteur que par un corps non conducteur. Les actions reposent sur deux nouvelles influences qui partent du corps intermédiaire et dont l'effet total dépend de la distribution de l'électricité sur ce corps, ainsi que de sa matière et de la forme et des dimensions qu'il peut avoir.

---

42. — Du rôle électro-chimique de l'oxygène, par M. Viard. (*Ann. de Chimie et de Phys.*, septembre 1854.)

M. Viard a déjà montré dans ses précédentes recherches l'influence de l'oxygène dans la production des courants, par la combinaison de ce gaz, à la lame négative, avec l'un des éléments de l'électrolyte dont l'autre élément se combine avec la lame positive. C'est ce sujet que l'auteur soumet aujourd'hui à un nouvel examen, en étudiant toutes les actions qu'un ou plusieurs métaux éprouvent au contact des électrolytes, lorsque l'oxygène gazeux intervient.

Il commence par l'étude des actions chimiques qui se produisent



dans les couples formés par deux lames de nature différente, en présence de l'oxygène ; son appareil est combiné de manière à pouvoir opérer de façon que l'électrolyte soit, au besoin, à l'abri du contact de l'air; puis, plaçant au-dessus des éléments de petites cloches remplies d'oxygène, il compare les absorptions dans les couples dont le circuit est fermé, et dans ceux dont le circuit reste ouvert. Les couples soumis à l'expérience ont été successivement des couples *zinc-platine*, *zinc-argent*, *zinc-cuivre* et *zinc-fer;* les liquides conducteurs ont été successivement, avec chaque couple, de l'eau pure, du sulfate de potasse et du chlorure de sodium ; les expériences avec l'eau pure duraient de vingt à vingt-cinq jours, et seize heures seulement avec les autres liquides. La différence entre l'absorption quand le circuit est fermé et l'absorption quand il est ouvert est plus grande avec les dissolutions salines qu'avec l'eau pure ; elle est d'autant plus considérable ainsi que l'absorption elle-même, que la lame négative est moins oxydable. Ne pouvant rapporter toutes les expériences, nous nous bornerons à transcrire les résultats de celles qui sont relatives aux deux cas extrêmes, c'est-à-dire aux couples *zinc-platine* et *zinc-fer*.

ABSORPTION [1].

	Zinc-platine.		*Zinc-fer.*	
Électrolyte.	Circuit fermé.	Circ. ouvert.	Circ. fermé.	Circ. ouvert.
Eau	18,0	3,0	14,0	12,0
Sulfate de potasse...	33,5	0,5	16,0	8,0
Chlorure de sodium.	29,0	0,5	14,0	7,5

L'absorption de l'oxygène n'a pas lieu seulement sur la lame négative ; il suffit de recouvrir la lame positive d'une couche d'oxygène pour y constater l'absorption ; mais ce qui distingue cette dernière de la première, c'est qu'elle reste sensiblement la même dans les couples ouverts et dans les fermés. Quant au rapport qui peut exister entre les deux absorptions, elle varie avec la conductibilité et la nature du circuit, puisque celle qui a lieu sur la lame négative

[1] L'absorption est mesurée par l'élévation du liquide dans le tube rempli d'oxygène.



doit dépendre de la force du courant, tandis que l'autre en est indépendante. Ainsi, avec un couple chargé d'eau, qui présente une grande résistance, l'ouverture du circuit n'a presque aucune influence sur l'absorption, celle qui est due au courant disparaissant devant celle exercée par la lame positive, tandis qu'avec une pile ordinaire à colonne, chargée d'une solution saline, l'absorption gazeuse qui est presque nulle quand le circuit est ouvert, devient énorme quand il est fermé.

Passant à l'examen des décompositions de l'électrolyte et des combinaisons que forment ses éléments séparés avec la lame positive et l'oxygène, M. Viard rapporte un grand nombre d'expériences qui ont surtout porté sur le zinc amalgamé et le fer, unis au platine, pour former deux couples chargés successivement avec du sulfate de potasse ou de magnésie, du chlorure de sodium ou de barium. Cependant il a fait usage aussi de quelques autres liquides et de couples dans lesquels entraient l'argent et le cuivre, mais les résultats des expériences n'ont pas été analysés avec autant de soin. En général on trouve qu'à l'absorption de l'oxygène sur la lame négative correspond la solution du métal positif, et l'analyse des produits fait voir ce que deviennent l'oxygène et le métal, et quelles combinaisons ils forment avec les éléments de l'électrolyte qu'ils séparent, combinaisons qui dépendent de la nature de cet électrolyte[1].

Dans une seconde partie de son travail, M. Viard s'occupe des actions chimiques qui ont lieu entre deux parties d'un même métal plongées dans un même électrolyte, en présence de quantités différentes d'oxygène. Il avait déjà précédemment constaté, au moyen du galvanomètre, la production d'un courant entre deux lames mé-

[1] M. Viard admet que dans la décomposition de l'électrolyte il y a décomposition simultanée de l'eau et du sel ou de l'acide dissous. Nous ne saurions nous ranger à cette opinion; il y a décomposition d'une seule substance composée, savoir le sel ou l'acide, soit anhydre, soit hydraté; l'eau pure n'est pas décomposée électrolytiquement quant elle tient en dissolution un sel ou un acide plus conducteur qu'elle. Seulement cet acide ou ce sel peut former avec l'eau un hydrate qui est dans ce cas l'électrolyte unique qui éprouve la décomposition électro-chimique; les autres effets chimiques n'étant que le résultat d'actions secondaires. (R.)

talliques de même nature, plongées dans un même liquide et différemment oxygénées, ce qui l'avait porté à croire qu'une grande partie de l'oxydation des métaux est due à des courants analogues produits à leur surface par une répartition inégale de l'oxygène. Or, l'auteur a réussi à démontrer l'exactitude de son hypothèse en faisant voir que les produits de l'action chimique, exercée par des liquides qui ont absorbé de l'oxygène libre, sont précisément ceux que l'on devrait obtenir par l'effet des courants superficiels ; dans ce but, il examine successivement les décompositions et combinaisons nouvelles qui ont lieu avec des solutions aérées, soit concentrées, soit étendues, de divers chlorures et sulfates, dans lesquelles sont plongées des lames de fer, de cuivre, d'argent, etc. Il a constaté dans la série de ses expériences l'action même sur le platine de certaines solutions acides et salines qu'avait signalée M. de la Rive, en démontrant, au moyen de réactifs sensibles, la présence du platine dans ces solutions, après que l'action a duré un temps quelquefois très-long[1].

M. Viard rappelle l'expérience de M. Becquerel, dans laquelle deux cylindres de fer étant à moitié plongés dans une solution de sulfate de soude ou de chlorure de sodium, on voit se former à la surface de séparation du liquide et de l'air un dépôt considérable de carbonate de soude cristallisé ; ce qui montre que, dans l'action d'un électrolyte aéré sur un métal, le métal de l'électrolyte va se combiner avec l'oxygène libre, tandis que la lame métallique se dissout.

Il résulte donc de l'analyse chimique que l'attaque des métaux par des électrolytes oxygénés se fait par des courants superficiels, et que ces courants peuvent s'établir entre deux points du même métal parfaitement semblables et ne différant du moins que par la pré-

[1] Ainsi une capsule de platine renfermant de l'acide hydrochlorique très-pur étendu ou concentré n'avait pas donné au bout de quinze jours de signes certains d'attaque. Au bout de cinq mois la liqueur a fourni, chaque fois qu'on l'expérimentait avec le protochlorure d'étain, une coloration qui indiquait la présence du platine. L'action sur le platine spongieux est bien plus prompte et énergique ; on peut même retirer du liquide le platine métallique.



sence de l'oxygène sur l'un d'eux. Il est vrai, comme le remarque l'auteur, qu'à cette cause il s'en joint une autre souvent beaucoup plus énergique, savoir la présence de substances étrangères, soit d'impuretés dans les lames métalliques; c'est ce que M. de la Rive a démontré le premier, en comparant l'oxydation du zinc du commerce avec celle du zinc distillé; c'est ce qu'ont confirmé les recherches de MM. Ed. Davy, Millon et Bouchardat, ainsi que le fait que l'amalgamation du zinc et la présence d'une très-légère couche d'acide sur le fer s'opposent à l'action locale, sans diminuer la force électromotrice. On sait également que la fonte est plus oxydable que le fer, et que les premières couches d'oxyde formé deviennent la cause d'une oxydation subséquente. Ainsi quand une pièce de fonte a commencé à se rouiller, il ne suffit pas, pour ne plus retrouver dans une attaque plus faible la trace de cette première oxydation, de donner un nouveau poli; il faut enlever à la lime une certaine épaisseur du métal, qui doit aller quelquefois jusqu'à $^1/_2$ millimètre.

Il est possible que dans quelques cas certaines circonstances, telles que la porosité ou la rugosité du métal, facilitent l'oxydation, en déterminant une condensation d'oxygène à la surface du métal; en tout cas l'oxygène disparaît toujours, du moins en partie, en décomposant l'électrolyte par les courants qu'il fait naître; phénomène dont M. Viard a eu surtout pour but, dans son travail, de démontrer la généralité.

---

43. — De la force de la polarisation voltaïque, par M. Beetz. (*Ann. de Poggend.*, tome XC, p. 42.)

M. Beetz commence par rappeler la divergence qui existe entre MM. Lenz et Saweljew qui affirment que la polarisation du platine par le chlore est nulle, et lui-même qui a trouvé que la force électromotrice du platine et du chlore dans la batterie à gaz est plus que la moitié de celle du platine et de l'hydrogène. Il a donc repris ce sujet et l'a soumis à un nouvel examen.

La moyenne de six expériences lui donne 28,83 pour la force électromotrice du couple *platine et chlore* et *platine et hydrogène ;*

ce nombre a été obtenu en mesurant la force d'une batterie de Grove d'un ou plusieurs couples sans interposer aucun conducteur liquide dans son circuit, puis en y plaçant de l'acide hydrochlorique avec deux lames de platine pour électrodes. La force électromotrice de la batterie seule était 37,26. En prenant pour électrode négatif du platine plongé dans l'acide hydrochlorique, et pour positif du zinc dans l'acide sulfurique étendu, les deux liquides étant séparés par un diaphragme poreux, on trouve pour la force de polarisation du *platine hydrogène* 19,68, moyenne de cinq expériences. En prenant le platine plongé dans l'acide hydrochlorique pour électrode positif et le cuivre plongé dans le sulfate de cuivre pour électrode négatif, on trouve pour la force de polarisation du *platine chlore* 10,27, moyenne de six expériences. En ajoutant ces deux forces de polarisation on obtient 29,35, qui diffère de bien peu de 28,83 trouvé directement par l'observation. Or, les deux charges ajoutées ont la même valeur que celles que M. Beetz avait trouvées pour les forces électromotrices de l'hydrogène et du chlore dans la batterie à gaz.

Cette coïncidence remarquable tient probablement à ce que, lorsqu'il s'agit de l'acide hydrochlorique, l'électrolyte éprouve une décomposition simple dans ses deux éléments, tandis que l'acide sulfurique étendu présente, outre la décomposition de l'eau, un transport de l'acide sulfurique qui donne naissance à une seconde polarisation outre celle due aux gaz constituants de l'eau.

M. Beetz, ayant essayé de substituer à l'acide hydrochlorique du chlorure de sodium et du chlorure de potassium, a obtenu pour la force de polarisation du *platine chlore* 11,01, moyenne de cinq expériences faites avec les deux chlorures, nombre bien rapproché de 10,27 obtenu avec l'acide hydrochlorique, ce qui prouve que le résultat est le même. Dans les expériences avec les chlorures, l'électrode positif de platine plongeait dans la dissolution du chlorure qui était séparée par un diaphragme poreux d'une dissolution de sulfate de cuivre dans laquelle plongeait une lame de cuivre servant d'électrode négatif.

On trouve, en opérant de même, que la force de polarisation du



platine et brome est 6,89 et celle du *platine et iode* 3,59; dans le premier cas on fait usage de bromure de potassium et de bromure de sodium, dans le second d'iodure de potassium.

Voici le tableau comparatif donné par M. Beetz de la force de polarisation et de la force électromotrice d'une lame de platine en contact avec l'iode, le brome, le chlore et l'hydrogène; la force de polarisation a été déduite des expériences rapportées dans la présente notice, la force électromotrice d'expériences antérieures du même auteur sur la batterie à gaz.

	Polarisation.	Force électromotrice.
Iode	3,59	3,36
Brome	6,89	6,96
Chlore	10,58	10,10
Hydrogène	19,08	17,89
Hydrogène et chlore réunis ..	28,83	27,99

La force de polarisation du *platine et oxygène*, qui est 24,4, diffère beaucoup de la force électromotrice qui n'est que 3,42. Cette grande différence doit tenir, suivant M. Beetz, à ce qu'il y a production d'ozone dans le cas de la polarisation, et que l'ozone est encore plus négatif que le chlore, tandis que dans la batterie à gaz qui donne la mesure de la force électromotrice, l'oxygène n'est point ozoné ou ne peut l'être qu'en trop minime proportion pour affecter notablement le résultat de l'expérience.

---

44. — DES RAPPORTS QUI EXISTENT ENTRE LE FROTTEMENT ET LA PRESSION; par J. NICKLÈS. (*Ann. de Chimie et de Physique*, janvier 1854.)

M. Nicklès avait été obligé, en vue d'introduire dans les arts mécaniques, le principe physique de l'adhérence magnétique, de connaître les rapports qui existent sur un plan horizontal : 1° entre la pression et le frottement de glissement de fer sur fer; 2° entre la pression que l'une de ces masses de fer convertie en électro-aimant exerce sur l'autre, et l'effort à vaincre pour faire glisser cet

électro-aimant sur son armature. Nous ne décrirons pas l'appareil fort simple et bien entendu au moyen duquel l'auteur est parvenu à déterminer les rapports cherchés, nous nous bornerons à rapporter le tableau qui résume les résultats de ses expériences faites, soit avec une armature sèche, soit avec une armature mouillée avec de l'eau de puits.

	Pression magnétique.	Pression par surcharge.
Rapport de la pression au glissement sur armature sèche	0,30	0,26
Rapport de la pression au glissement sur armature mouillée.................	0,27	0,25

On voit que l'humidité de l'armature influence les résultats, tant pour l'adhésion ordinaire que pour l'adhésion magnétique, et cela dans le même sens.

En pratique on admet que le rapport de la pression de fer sur fer au frottement de glissement est de 0,33; les expériences de M. Nicklès donnent un rapport un peu moindre, mais elles tendent à établir une conformité de rapports assez remarquable entre les deux pressions de surcharge magnétique et les deux frottements correspondants.

---

45. — NOUVELLES RECHERCHES SUR LES PRINCIPES QUI RÉGISSENT LE DÉGAGEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES ACTIONS CHIMIQUES, par M. BECQUEREL. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* du 24 avril 1854, et *Ann. de Chimie et de Physique*, décembre 1854.)

Le mémoire important que M. Becquerel vient de faire paraître sera plus tard l'objet d'un examen plus approfondi de notre part; nous nous contenterons pour le moment d'en reproduire le résumé tel que l'auteur l'a lui-même présenté à l'Académie des Sciences.

Le point essentiellement nouveau dans ces recherches est l'usage que M. Becquerel a fait de ses appareils de dépolarisation; par ce moyen

il parvient à détruire dans les lames de platine destinées à transmettre le courant qui résulte de l'action chimique des liquides, cette polarisation qu'engendre le passage même du courant et qui empêche d'en apprécier l'intensité et souvent même d'en percevoir l'existence.

M. Becquerel termine son mémoire en exposant, avec de grands développements, le dégagement de l'électricité dans la combustion des gaz et du charbon. Il insiste sur l'inconvénient d'employer le platine en lame ou en fil pour recueillir l'électricité dans la combustion à cause des propriétés thermo-électriques très-prononcées que ce métal présente à des températures différentes, et qui, en vertu du pouvoir conducteur que possèdent les gaz fortement chauffés et les flammes, donnent naissance à de forts courants. Voici, du reste, le résumé des recherches contenues dans le mémoire dont il s'agit :

« 1° Dans toutes les actions chimiques quelconques, il y a dégagement d'électricité.

« 2° Dans la réaction des acides ou des dissolutions acides sur les métaux, ou sur les dissolutions alcalines, les acides et les dissolutions acides prennent toujours un excès d'électricité positive, les métaux et les dissolutions alcalines un excès correspondant d'électricité négative.

« 3° Le dégagement d'électricité dans la combustion est régi par le même principe, c'est-à-dire que le corps combustible dégage de l'électricité négative, le corps comburant de l'électricité positive.

« 4° Les décompositions produisent des effets électriques inverses.

« 5° Il n'y a de dégagement d'électricité qu'autant que les deux corps en présence sont conducteurs d'électricité ; ainsi, dans la combinaison d'un métal avec l'oxygène, l'iode ou le brome sec, il n'y a pas production d'électricité.

« 6° Dans le mélange des acides avec l'eau, ou dans leur combinaison avec elle, l'eau se comporte comme une base, tandis qu'elle agit comme un acide par rapport aux dissolutions alcalines.

« 7° Les dissolutions concentrées de sel neutre agissent à l'é-

gard de l'eau sous le rapport des effets électriques produits comme les acides par rapport aux bases.

« 8° Les acides, dans leur combinaison ou leur mélange avec d'autres acides, se comportent de telle manière que les acides les plus oxydants sont les plus électro-positifs ; les acides dans leurs combinaisons avec les bases paraissent conserver cette même propriété de telle sorte que, dans la réaction ou le mélange des deux solutions saturées de sel neutre, le nitrate est positif par rapport au sulfate, le sulfate à l'égard du phosphate, etc.

« 9° Lorsque plusieurs dissolutions acides neutres ou alcalines sont placées à côté les unes des autres de manière à se mélanger très-lentement, les effets électriques produits sont la résultante des effets individuels qui ont lieu à chaque surface de contact.

« 10° Contrairement à l'opinion de Volta, on peut former une chaîne électrique ou plutôt un circuit fermé uniquement avec des liquides dans lequel circule un courant électrique et d'où résultent des phénomènes de décomposition et de recomposition, s'il existe dans ce circuit des corpuscules conducteurs de l'électricité. Les corps organisés vivants présentent des exemples nombreux de circuit de ce genre, pouvant donner lieu à des effets électro-chimiques qui n'ont pas encore été étudiés. »

CHIMIE.

46. — Préparation du gaz oléfiant, par M. Wöhler.
(*Annalen der Pharm.*, tome XCI, p. 127)

La préparation du gaz oléfiant, au moyen d'un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, nécessite quelques précautions en raison du boursoufflement considérable du mélange qui écume et menace de déborder même avant que la décomposition soit achevée. M. Wöhler a trouvé qu'on évite complétement cet inconvénient en ajoutant au mélange assez de sable pour en former une masse épaisse presque sans fluidité et en la chauffant. Il ne se forme pas trace de boursoufflement, la décomposition s'opère d'une manière complète, et l'on



obtient à peu de chose près tout le carbone de l'alcool sous la forme de gaz oléfiant. 50 gr. d'alcool à 80 pour 100 produisent plus de 22 litres de gaz.

---

47. — MOYEN D'AMÉLIORER LE PAIN DE FROMENT ET DE SEIGLE ET D'ENLEVER L'AIGREUR DE CE DERNIER, par M. J. LIEBIG. (*Ann. der Pharm.*, tome XCI, p. 246.)

Il est bien connu que le gluten des céréales éprouve, à l'état humide, une altération ; quand il est frais il est mou, élastique et insoluble dans l'eau, mais il perd ces propriétés au contact de l'eau, où il diminue peu à peu de volume et finit par se résoudre en un liquide trouble et visqueux qui ne forme plus de pâte avec l'amidon. La formation de la pâte par la farine est due à la propriété du gluten de fixer de l'eau à un état particulier dans lequel l'eau absorbée ne mouille pas les corps secs, comme dans les tissus animaux, la viande, le blanc d'œuf coagulé. La farine étant un corps très-hygroscopique éprouve par la conservation une altération analogue à celle du gluten à l'état humide ; peu à peu elle perd de sa propriété de former de la pâte, et la nature du pain s'en ressent. On ne peut éviter cette détérioration que par une dessiccation artificielle et la privation d'air. La farine de seigle subit cette altération aussi vite et peut-être plus vite que la farine de froment.

Il y a environ vingt-quatre ans qu'en Belgique on a fait usage de sulfate cuivrique et d'alun pour se procurer de bon et beau pain, en employant des farines avariées qui n'auraient fourni, sans cela, que du pain lourd et humide. L'introduction de ces deux substances dans la farine avait pour but de rendre au gluten altéré la propriété d'être insoluble dans l'eau et de pouvoir se combiner avec de l'eau pendant la cuisson.

M. Liebig a cherché à remplacer ces substances si dangereuses pour la santé et l'alimentation par une autre substance inoffensive qui donnât le même résultat dans la panification. En se fondant sur l'analogie qui existe entre les propriétés du gluten et de la caséine, il a trouvé que l'eau de chaux pure et saturée à froid remplissait

ce double but. Quand on mélange la farine avec de l'eau de chaux, qu'on ajoute ensuite le levain et qu'on abandonne la pâte à elle-même, la fermentation s'établit comme lorsqu'on n'emploie pas d'eau de chaux. Au moment convenable, on mélange le reste de la farine avec la pâte fermentée, on forme les pains, on les cuit comme à l'ordinaire, et l'on obtient un beau pain sans aigreur, ferme, élastique et à petits trous, que ceux qui en ont mangé préfèrent à tout autre.

La proportion de la farine et de l'eau de chaux est de 19 : 5, ou de 100 livres de farine et 26 à 27 livres d'eau de chaux. Cette quantité d'eau de chaux ne suffit pas pour faire la pâte, il faut ajouter en outre la quantité d'eau ordinaire qui est nécessaire. Comme le goût aigrelet du pain disparaît, on augmente un peu plus la proportion du sel pour obtenir une saveur agréable. La quantité de chaux que contient le pain préparé de cette manière est à peu près égale à celle que renfermerait un poids de graines de légumineuses égal à celui de la farine employée.

Il est bien reconnu que la farine des céréales ne suffit pas à elle seule à l'alimentation, et cela probablement en raison de la trop petite proportion de chaux indispensable à la formation des os. Les céréales renferment suffisamment d'acide phosphorique, mais beaucoup moins de chaux que les légumineuses. C'est peut-être à cette circonstance qu'il faut attribuer certaines maladies qu'on observe dans les prisons et chez des enfants à la campagne, où le pain constitue presque toute la nourriture.

L'emploi de l'eau de chaux dans la panification produit environ de 4 à 6 pour 100 plus de pain que l'eau ordinaire, augmentation qui doit être attribuée sans aucun doute à la faculté communiquée au gluten de fixer un peu plus d'eau.

---

48. — NOUVEAU BOUILLON DE VIANDE POUR DES MALADES, par J. LIEBIG. (*Ann. der Pharm.*, tome XCI, p. 244.)

Pour préparer ce bouillon, on mélange une demi-livre (250 gr.) de viande fraîche (de bœuf ou de volaille), hâchée très-fin, avec une



livre et un huitième (562,50 gr.) d'eau distillée à laquelle on ajoute quatre gouttes d'acide chlorhydrique pur et un demi à un gros (1,91 à 3,12 gr.) de sel. Au bout d'une heure on jette le tout dans un tamis de crin conique et on laisse passer le liquide sans le presser. Les premières parties troubles qui passent doivent être remises dans le filtre jusqu'à ce que le liquide soit parfaitement clair. On lave ensuite le résidu dans le filtre en y versant par petites portions une demi-livre d'eau distillée. De cette manière on obtient environ une livre d'extrait de viande froid d'une couleur rouge et d'un goût agréable de bouillon de viande. On le donne à volonté par tasse aux malades, mais froid. Ce bouillon ne doit pas être chauffé, parce que sous l'influence de la chaleur il se trouble et dépose un coagulum d'albumine et de la matière colorante du sang.

Cette préparation a été faite sur la recommandation du médecin de M. Liebig, qui soignait chez lui une jeune fille malade du typhus. Il avait remarqué qu'à une certaine période de la maladie la plus grande difficulté à surmonter était une digestion incomplète, et le défaut d'un aliment propre à la formation du sang et d'une digestion facile. En effet, le bouillon de viande préparé par l'ébullition ne renferme aucun des éléments nécessaires pour la formation de l'albumine du sang, et le jaune d'œuf qu'on peut y ajouter n'y supplée que très-imparfaitement. Tandis que le nouveau bouillon à froid renferme l'albumine animale, une certaine quantité de matière colorante du sang qui fournit une plus grande quantité de fer propre à former les globules du sang, et, en outre, l'acide chlorhydrique favorable à la digestion.

L'été amènera une difficulté assez grande dans l'emploi de ce bouillon qui, pendant les chaleurs entre en fermentation comme l'eau sucrée avec le ferment, sans répandre d'odeur désagréable. La substance qui donne lieu à cette altération mériterait bien d'être recherchée. Il faut donc avoir soin d'opérer avec de l'eau bien froide et dans un endroit froid, ou mieux encore d'employer de l'eau à la glace et de refroidir à l'extérieur avec de la glace.

L'emploi de cet aliment a produit les meilleurs résultats à

l'hôpital de Munich et dans des maisons particulières, entre autres dans la famille de M. Liebig, soit pendant le traitement du typhus, soit pour d'autres maladies dans lesquelles les organes digestifs étaient fort affaiblis. Les malades le prennent sans difficulté tant qu'on ne leur accorde pas d'autre nourriture; mais il leur répugne dès qu'ils peuvent manger autre chose : peut-être à cause de la couleur ou de la faible odeur de viande. Dans quelques occasions il pourrait donc être convenable de colorer ce bouillon en brun par du sucre brûlé un peu fortement.

---

49. — MODE DE PRODUCTION DE L'ALCOOL AU MOYEN DES FIBRES VÉGÉTALES ET PARTICULIÈREMENT DU BOIS, par M. J.-Ed. ARNOUD. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 23 octobre 1854.)

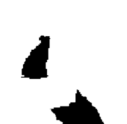
Dans les circonstances actuelles, lorsque la fabrication de l'alcool prend un si grand développement, qu'elle détourne plusieurs matières premières, particulièrement les céréales, de leur véritable et plus utile emploi, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à présenter à l'Académie le résultat de recherches sur un nouveau mode de production de l'alcool, bien que ces recherches ne soient pas encore complétées.

M'appuyant sur les travaux de M. Braconnot, publiés il y a trente-cinq ans, et sur ceux plus récents de M. Payen, j'ai entrepris de produire une matière analogue à l'amidon, du sucre et de l'alcool, avec les fibres végétales, et particulièrement avec le bois.

Mes premiers essais ont complétement répondu à mon attente. Je suis arrivé, pour certaines fibres, à rendre soluble 97 pour 100 de la matière employée, et pour certaines essences de bois convertir en sucre et autres produits solubles 75 à 80 pour 100 du bois employé, puis le sucre a été converti en alcool.

Je vais indiquer sommairement la préparation de l'alcool avec le bois blanc.

Le bois est réduit en sciure grossière : dans cet état il est des-




séché jusqu'à 100 degrés, de manière à lui faire perdre l'eau qu'il contient, car cette eau entre souvent pour la moitié de son poids. On laisse refroidir le bois, puis on verse avec beaucoup de soin, et par très-petites quantités à la fois, de l'acide sulfurique concentré ; cet acide est versé très-lentement pour empêcher la matière de s'échauffer. On mêle l'acide avec le bois au fur et à mesure qu'on le verse ; puis, pendant douze heures, on abandonne le mélange : ensuite on le broie avec beaucoup de soin, jusqu'à ce que cette masse, d'abord presque sèche, devienne assez liquide pour couler. Ce liquide, étendu d'eau, est porté à l'ébullition : l'acide est saturé par la craie, et la liqueur, après une filtration, est soumise à a fermentation ; ensuite l'alcool est distillé par les procédés ordinaires.

Dans cette expérience, la quantité d'acide sulfurique employé peut être égale, mais ne peut pas être moindre que 110 p. 100 du poids du bois sec. Des recherches en voie d'exécution me font pressentir que la quantité d'acide pourra être considérablement diminuée; mais déjà, même avec la proportion indiquée plus haut, la fabrication de l'alcool se ferait d'une manière économique, à cause du bas prix des matières employées, qui sont le bois, l'acide sulfurique et la craie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

50. — SUR LA STRUCTURE DES CRATÈRES DE LA LUNE, par M. J. NASMYTH. (Assoc. brit. réunie à Liverpool en sept. 1854.)

Cette communication est accompagnée d'un modèle du volcan lunaire nommé Copernic et d'une figure de celui de Simpelius. L'un et l'autre présentent la forme d'un plateau, avec un petit cône central, entouré d'un bourrelet en forme d'anneau ayant des rebords concentriques en forme de terrasses. Il paraîtrait que les élévations circulaires ont été formées par l'accumulation des matériaux rejetés par le volcan.

Certaines terrasses presque circulaires paraissent avoir été formées *par dépôts*. Il y a d'ailleurs d'autres terrasses formant seule-

ment des segments de cercle dans l'anneau principal. On peut les attribuer à des glissements. Le plus souvent elles correspondent à des échancrures que l'on reconnaît dans le bord du cratère, d'où elles ont glissé, et leurs débris ont roulé sur le plateau du côté du centre. Le cône central a pour origine les derniers efforts des éruptions.

Au sujet de cette communication, le professeur Philipps fait remarquer que, quoiqu'il n'y ait aucun signe de la présence actuelle de l'eau à la surface de la lune, on y voit beaucoup d'indications de son ancienne action ; ce qui peut expliquer les formations *par dépôts*. Il y a à la surface de la lune des élévations semblables à celles des *escars* de la Suède et de l'Irlande. On y voit de petites dépressions se joignant pour en former de plus grandes, analogues aux ravins des montagnes. On y voit encore des lignes noires et étroites, ayant plusieurs milles de longueur, formées par une ombre qui se meut suivant la direction de la lumière du soleil; elle montre que le niveau est plus haut d'un côté de la ligne que de l'autre, ce qui ressemble à une faille.

M. *Hopkins* recherche les preuves de la présence d'une atmosphère ou de l'eau à la surface de la lune, et les trouve faibles. S'il y avait une atmosphère, elle devrait être très-légère en comparaison de l'atmosphère terrestre, et inappréciable dans les observations par lesquelles on la recherche, car l'absence de toute réfraction de la lumière des étoiles pendant leur occultation, est une preuve bien plus forte pour résoudre négativement la présence de cette atmosphère, qu'aucune des preuves alléguées en faveur d'une solution affirmative. Si l'on ne peut prouver la présence actuelle ni de l'eau ni de l'atmosphère, son ancienne existence est bien incertaine.

Les grandes dimensions des cratères de la lune, comparées à celles des cratères terrestres, ont été regardées comme produites par l'explosion d'une masse fluide; il n'y avait aucune raison pour que cette force fût moindre dans la lune que sur la terre, tandis que la gravitation y est beaucoup moins grande. Il doit en résulter, non





pas seulement une beaucoup plus grande élévation, mais une tendance plus faible à l'affaissement, et M. Hopkins croit que les cratères annulaires sont les restes d'élévations en forme de dôme, dont la partie centrale est tombée. Les volcans de la lune sont plus nombreux en proportion que ceux de la terre; mais il est vrai qu'il peut y en avoir eu beaucoup sur la terre qui aient été détruits par les eaux.

M. *James Smyth* remarque que la perfection des formes des volcans de la lune ne peut être due qu'à une atmosphère, et il compare le grand cratère circulaire des Iles Sandwich à celui de Copernic sous le rapport des terrasses.

M. *Nasmyth* exprime de nouveau sa conviction de l'absence totale d'eau, de traces d'eau et d'atmosphère à la surface de la lune. La disparition brusque des étoiles derrière la lune, sans qu'il y ait ni changement ni diminution dans l'intensité de leur éclat, est un des plus beaux phénomènes qui puissent le prouver.

---

51. — (ON THE PROBABLE......) SUR L'EXISTENCE PROBABLE DES GLACIERS A L'ÉPOQUE PALÉOZOÏQUE, par M. le prof. RAMSAY. (Assoc. britannique réunie à Liverpool en septembre 1854.)

L'auteur cherche d'abord à faire ressortir les erreurs qui, dans son opinion, ont été faites au sujet de la température des climats à différentes époques de l'histoire de la terre. Il insiste sur la faiblesse des traces laissées par le refroidissement du globe, à dater du commencement des terrains fossilifères, même dans l'hypothèse de la fusion ignée du globe dans le commencement, et de son refroidissement lent. On a cru pendant longtemps que la flore du terrain houiller n'avait pu se développer que sous une forte influence de la chaleur centrale, et l'on avait tiré les mêmes conclusions de la présence des reptiles dans les terrains jurassiques et de celle des nautiles dans les terrains tertiaires. Cependant il a été démontré récemment que la faune silurienne indiquait un climat tempéré dans nos latitudes.

Après cet exposé l'auteur indique ce qui lui paraît être une

preuve de l'action des glaciers à la dernière des époques paléozoïques, dans le sud du Stalfordshire et dans le district des Malverns. Il trouve cette preuve dans la présence d'une brèche trappéenne, ayant quelquefois plus de cent pieds d'épaisseur, associée aux marnes et aux grès du terrain permien, ou placée à la surface des couches siluriennes des collines des Malverns et d'Abberley, où elle a été décrite par M. Murchison. La base de cette brèche est une argile rouge, fine et douce, contenant des masses angulaires de trapp de grandeurs variées; elles ne dépassent guère deux ou trois pieds de diamètre et présentent des surfaces plus ou moins aplaties, polies et striées comme les pierres des moraines des glaciers des Alpes. Ces blocs sont composés de greenstone, de feldspath, de porphyre feldspathique, de schiste argileux altéré, de schiste rubanné, de schiste vert et de schiste rouge, de grès, de quartzite; ces roches ne proviennent pas des terrains sous-jacents, mais elles proviennent des couches siluriennes de Longmynd et de la région située au nord de Bishop-Castle. On retrouve l'origine de ces roches à plus de quarante milles de distance.

Les collines de Longmynd ne sont élevées maintenant que de 1900 pieds au-dessus du niveau de la mer, mais on observe sur leur versant oriental, entre elles et le dépôt de brèche dont nous avons parlé, la grande faille à laquelle on a donné le nom de l'Eglise de Stretton (Church Stretton fault), qui dénote un abaissement de 3500 pieds du côté de l'ouest. On peut ajouter ce nombre à l'élévation actuelle des collines de Longmynd, pour avoir approximativement l'élévation de ces collines dans les temps anciens. Quoique M. Ramsay reconnaisse que lors même que ces collines seraient portées à la hauteur de 6000 pieds, elles ne pourraient, à l'époque actuelle, se couvrir de glaciers; il croit qu'à l'époque permienne il n'en a pas été ainsi et que les glaciers ont pu s'y former et descendre à la mer, sur laquelle ils faisaient flotter des montagnes de glace. On retrouve même les traces de cette action à l'époque du nouveau grès rouge, en sorte que, toujours d'après M. Ramsay, ce phénomène se serait renouvelé deux fois Les lambeaux du terrain silurien supérieur qui occupent les hauteurs

de Longmynd, montrent qu'elles en étaient recouvertes dans l'origine; tandis que les brèches prouvent que leur dénudation a eu lieu avant l'époque permienne.

M. *Ch. Lyell* admet la faiblesse des preuves anciennement admises sur l'influence que la chaleur intérieure du globe a eue sur les climats de la période historico-géologique. Cependant l'idée de la présence des glaciers à l'époque permienne est tout au moins surprenante. Elle n'est point en harmonie avec les faits connus de la présence à cette époque des grands monitors de la Thuringe et des fougères en arbres. Il est bien possible que la période permienne renfermât des climats tempérés et torrides, tels que ceux dont on a eu la preuve à l'époque tertiaire.

Le prof. *Philipps* affirme que, lorsqu'il a examiné les brèches trappéennes des Malverns, il s'était convaincu qu'elles étaient fort différentes des conglomérats du nouveau grès rouge, sous le rapport de leur origine, et que même l'idée d'expliquer leur formation au moyen des glaciers était arrivée à son esprit.

M. *Page* déclare qu'il croit à l'action des glaciers d'une période même antérieure à l'époque permienne. Il existe des conglomérats dans le vieux grès rouge qui sont tellement semblables aux accumulations des détritus anguleux charriés par les glaces flottantes et entassés par elles sur les rivages de mers polaires, que l'on peut croire qu'ils ont la même origine.

M. *Morris* combat ces idées en s'appuyant sur les faits qui ressortent de l'examen de la série des fossiles, qui indiquent un climat chaud aux époques qui ont immédiatement précédé et suivi celle à laquelle on attribue un climat glacial. La formation des roches de sel et de gypse du nouveau grès rouge indique également une mer chaude.

M. *Forbes* fait remarquer que si les idées du professeur Ramsay venaient à se confirmer, elles jetteraient un jour tout nouveau sur les changements de la vie organique à l'époque permienne.

52. — NOTE GÉOLOGIQUE SUR LA VALLÉE DU VERNET ET LA DISTINCTION DES FAUSSES ET DES VRAIES MORAINES DANS LES PYRÉNÉES ORIENTALES, par M. Ch. MARTINS. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1854, tome XI, p. 442.)

C'est sur les Pyrénées que le savant auteur, qui a enrichi la science de tant d'observations nouvelles sur le phénomène erratique des Alpes et de la Scandinavie, porte maintenant son attention. Le vallon du Vernet est le lieu de ses observations. De Perpignan on y pénètre en traversant Prades, la vallée de la Têt et l'étroite gorge de Villefranche.

Ce vallon présente à l'est trois embranchements ; celui qui est nommé Saint-Vincent est le principal. Ils remontent jusqu'au Canigou, grand massif granitique élevé de 2785 mètres au-dessus du niveau de la mer. On peut facilement se convaincre que ce vallon de Saint-Vincent a servi de passage au plus grand des trois affluents qui formaient anciennement le glacier de la vallée des Vernets. Il a laissé sur le sol une puissante moraine médiane. En aval du village du Vernet, le sol est tellement couvert de blocs sur un espace de deux kilomètres carrés, qu'il est impropre à toute espèce de culture. Les blocs du Canigou se font encore remarquer dans la localité nommée *las Cunquas*, à 2000 pieds d'élévation.

Près du village de Corneilla, on voit des accumulations de blocs et de matériaux de transport qui, d'après M. Martins, n'ont pas été amenés par les glaciers.

Dans la vallée du Têt, entre Prades et Mont-Louis, on ne voit nulle part des traces incontestables d'anciens glaciers ; mais près de Mont-Louis, on trouve la moraine terminale d'un ancien glacier qui descendait du pic du Carlit, élevé de 2920 mètres au-dessus de la mer. Cette moraine s'étend sur une longueur de trois kilomètres environ, et présente une crête ondulée et parsemée de blocs erratiques gigantesques.

Un autre glacier descendait du Carlit, dans la vallée de Carol, sur le revers méridional des Pyrénées, en face de Puycerda. Il a laissé dans cette vallée des moraines et surtout des roches mouton-





nées qui sont aussi belles que celles de la Handeck, en Suisse, et plus étendues. Ce glacier a laissé sa moraine terminale à 1300 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, tandis que le glacier de Mont-Louis, sur le revers nord des Pyrénées s'est arrêté à 1650 mètres au-dessus de la mer. « Nous retrouvons, dit M. Martins, dans les Pyrénées, le même phénomène que dans les Alpes, savoir : que les anciens glaciers, comme les glaciers actuels, descendent plus bas sur le versant sud que sur le versant nord. Dans les deux chaînes, cette différence tient à la disposition des bassins de réception (ce que d'autres savants ont appelé glaciers réservoirs), qui sont plus considérables au midi qu'au nord. De plus grandes masses de neiges pouvant s'y accumuler, le glacier qu'ils émettent s'étend plus loin et descend plus bas, malgré la température plus élevée du versant méridional. »

---

53. — Existence en Auvergne d'un fait géologique déjà signalé dans la presqu'île scandinave. Traces laissées par des corps choquants partis avec divergence de points culminants, par M. Lecoq. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*. 1854, tome XXXIX, p. 808.)

On sait que déjà depuis plusieurs années les auteurs qui se sont occupés du phénomène erratique dans la Scandinavie ont signalé, dans un grand nombre de localités, des rochers ou des monticules dont l'une des faces était polie, usée, arrondie, souvent striée, et dont la face opposée conservait les aspérités et les cassures anguleuses que l'on remarque ordinairement dans les roches qui n'ont été soumises à aucun frottement. On a donné à la première de ces faces le nom de côté choqué et à la seconde le nom de côté préservé. Ces observations ont été faites non-seulement en Scandinavie, mais encore dans les Alpes et dans l'Amérique du Nord, etc. M. Lecoq indique les localités d'Auvergne où il a pu répéter ces observations, c'est à l'ouest et au sud-ouest du Mont-Dore, dans le canton de Latour, dans la vallée d'Orbevialle ou de Chastreix, dans la plaine de Saint-Donat, dans les environs de Saint-Genès-Cham-

pespe. Ici les corps choquants sont d'énormes boulets de granit, de quartz, de trachyte, et surtout de basalte dur noir, à l'origine desquels on peut remonter facilement. Ils forment, dans certains endroits de véritables traînées. M. Lecoq croit que l'eau a été l'agent capable d'efforts si prodigieux et d'une si longue persévérance. Nous remarquerons que, dans sa conclusion, ce savant diffère d'un grand nombre de naturalistes qui ont visité les localités où des observations du même genre avaient été faites, et qui attribuent à l'action des glaciers l'aspect du côté choqué. Mais ce n'est pas ici la place de retomber dans la discussion qui s'est élevée entre les glacialistes et les diluvianistes.

---

54. — (GENERAL SKETSCH......) CARTE PHYSIQUE ET GÉOLOGIQUE DE L'INDE BRITANNIQUE, par M. G.-B. GREENOUGH. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1854, tome XXXIX, p. 796.)

Cette carte, qui vient d'être publiée, est à l'échelle de $\frac{1}{1800000}$. Elle se compose de neuf feuilles et s'étend du sud au nord depuis le cap Comorin et l'île de Ceylan jusqu'aux dernières cimes de l'Himalaya et de l'Hindoo-Coosh, et de l'ouest à l'est depuis l'Indus jusqu'au Brahmaputra, en comprenant les vallées de ces deux fleuves.

Le relief du sol y est figuré à grands traits, et le choix des teintes géologiques concourt à le faire ressortir. On est frappé, à la première vue, de la vaste étendue des trappes du Décan, de celle des terrains de transport et d'alluvion qui couvre les plaines du Scinde et qui bordent le pied de l'Himalaya ; de la manière dont deux chaînes de roches anciennes contraignent le Gange et le Brahmaputra à rapprocher leurs cours près de leurs embouchures et à confondre leurs deltas, etc.

Indépendamment des teintes géologiques, M. Greenough a répandu sur cette carte, comme sur celles qu'il a publiées antérieurement, une foule de signes et de notes relatives soit aux gîtes minéraux, soit aux formes extérieures et aux altitudes du sol et des montagnes, soit aux gisements des fossiles, et il a particulièrement





indiqué les points où MM. Falkoner et Cautley ont trouvé, dans les collines subhimalayennes, de si beaux restes de quadrupèdes et de reptiles. Les marges de la carte présentent aussi de nombreuses listes de coquilles fossiles et autres corps organisés, et une liste des gisements houillers. Les chemins de fer en activité ou en construction sont tracés sur la carte.

M. Greenough s'est plu à consigner sur la carte même l'expression de sa gratitude envers les directeurs et les officiers de la Compagnie des Indes et particulièrement envers M. le lieutenant-colonel Sykes, relativement aux facilités qui lui ont été données pour consulter les archives géographiques et géologiques de la Compagnie.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

55. — Manuel de chimie physiologique, par le prof. et docteur C.-G. Lehmann. Leipzig, 1854.

La chimie physiologique qui occupait autrefois une place plus ou moins étendue dans les traités de chimie organique est devenue aujourd'hui une véritable science qui, toute jeune encore, traite néanmoins les questions les plus importantes sur le mouvement de la matière dans les corps organisés.

M. Lehmann est sans contredit un de ceux qui, non-seulement ont apporté une grande quantité de matériaux pour le nouvel édifice, mais qui ont contribué puissamment à sa construction. Dans son traité de chimie physiologique, en trois volumes, il a exposé, dans ce langage sobre et concis qui caractérise les ouvrages scientifiques allemands de nos jours, les faits acquis à cette nouvelle science. Il a reproduit dans un manuel (*Handbuch der physiologischen Chemie*) un résumé consciencieux de son grand ouvrage, qui rendra de bons services aux personnes qui veulent se faire une idée de l'état actuel de la science.

L'auteur divise son sujet d'une manière très-naturelle en trois parties :

1° *La Zoochimie*, qui nous apprend à connaître les matières qui

jouent un rôle dans l'organisme animal, c'est-à-dire tout aussi bien les matières constituant cet organisme que celles qui, venues de dehors, entrent en relation avec elles. Sans la connaissance des propriétés chimiques d'une substance, l'appréciation de sa valeur physiologique est complétement impossible. Mais la zoochimie ne doit pas être un assemblage de faits et de théories empruntées à la chimie. Ceux-ci sont au contraire supposés parfaitement connus. Ce qui caractérise la zoochimie telle que l'auteur l'entend c'est le point de vue physiologique qui en est inséparable. Celui-ci se borne à établir les relations existant entre chaque matière de l'organisme animal pendant la vie et les autres parties constituantes. Ce n'est qu'ainsi que nous pouvons juger des rapports de la partie à l'ensemble, c'est-à-dire des fonctions physiologiques. Notre jugement sera ainsi guidé par la recherche de l'existence, de l'origine et de la destruction de chaque matière zoochimique en particulier.

2° *La Phlegmotechimie* et *l'Histochimie* ou l'étude des sucs et des tissus animaux.

Les tissus et les liquides qui les baignent sont à la fois facteurs et produits des changements que subit la matière dans l'organisme animal. Mais dans ces tissus et dans ces liquides nous trouvons des éléments morphotiques inséparables par des moyens mécaniques; c'est-là où l'analyse microscopique devient indispensable. L'atlas de Funke, auquel l'auteur renvoie, devient ainsi presque une partie intégrante de l'ouvrage de M. Lehmann.

Après l'étude des qualités chimiques et physiologiques des tissus et des liquides, l'auteur s'occupe des rapports quantitatifs de leur formation et sécrétion. En effet, ce n'est que par la recherche des rapports numériques que cette partie de la science peut obtenir une valeur réelle, et conduire à des conclusions générales. Une des parties les plus importantes de cette étude chimico-physiologique est la recherche des rapports qui existent entre la composition chimique et la fonction des tissus et des liquides. Ce rapport une fois trouvé, nous aurons une base solide pour la recherche de celui existant entre la composition d'un or-

gane et ses fonctions. C'est là où une médecine rationnelle doit chercher un jour les matériaux pour construire une véritable thérapeuthique et une pathologie scientifique.

3° Etude chimique de la nutrition, de la sécrétion et de la métamorphose de la matière (Stoffwechsel). C'est dans la recherche de ces actions que consiste le problème le plus élevé de la chimie physiologique. En attendant de trouver sa solution définitive, l'observateur établit des rapports numériques exacts entre les matières que l'organisme reçoit et celles qu'il dépense ; il gagne ainsi un cadre dans lequel se dessineront un jour les résultats de recherches ultérieures. Cette statistique des métamorphoses de la matière dans l'organisme animal nous fournit pour le moment des démonstrations apodictiques de beaucoup de thèmes physiologiques en montrant leur nécessité. Les résultats obtenus par la chimie et la physiologie expérimentale ne doivent être acceptés qu'avec la plus grande précaution.

La chimie physiologique ne s'occupe ordinairement que des actions de la sphère végétative de la vie animale, mais les actions chimiques se montrent dans toutes les fonctions de l'organisme animal. Les muscles, les nerfs, le cerveau, etc., en agissant modifient leur composition. Chaque maladie est accompagnée de changements chimiques. Aucune force vitale particulière n'existe dans l'organisme vivant. Il viendra par conséquent un temps où la physiologie animale deviendra une physique et une chimie physiologique.

J.-B. S.

---

56. — OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES SUR UN PHÉNOMÈNE DU LAC LÉMAN, CONNU SOUS LE NOM DE LA FLEUR DU LAC, par J.-B. SCHNETZLER, de Vevey.

« Le lac fleurit, disent les habitants des bords du Léman lorsqu'au printemps une matière jaunâtre flotte à peu de distance de la rive à la surface de l'eau. J'ai observé ce phénomène depuis plusieurs années. Le printemps passé (1854) la matière jaune s'étendait sous forme d'une traînée continue depuis le voisinage de la

Tour de Peilz jusque vers Villeneuve. Elle augmentait en largeur à mesure qu'on s'avançait de la Tour vers Chillon. Un courant semblait la porter parallèlement au rivage de l'est à l'ouest, mais les mouvements de la vague la déposaient souvent sur le rivage.

L'examen microscopique m'a fait voir les organismes suivants dans cette écume périodique de notre lac :

Monas lens, Duj.
Kerona pustulata, Ehrb.
Enchelys pupa, Ehrb.
Amœba diffluens, Ehrb.
Vorticella convellaria, Ehrb.
Colpoda cucullus, Müll.
Chilodon cucullus, Ehrb. (en masse).
Paramecium caudatum.
Trachelius fasciola, Schrk.
Loxodes cucullus, Duj.
Polytoma, Ehrb. (en masse).
Diatoma tenue, Ag.
Gomphonema constrictum.

De nombreux rotifères se développèrent en peu de jours dans l'eau du lac chargé de la matière jaune et conservée dans des vases de verre; parmi eux se trouvait surtout : Monostyla lunaris et Salpina mutica.

J'y trouvai également quelques Protococcus sanguineus, et des spores d'Algues en germination. Les parois des vases se couvrirent de plaques vertes d'oscillatoires.

Mais aucun des organismes précédents ne formait la matière jaune en masse. Celle-ci se composait en grande partie d'une quantité innombrable de grains réniformes d'environ $^1/_{10}$ de millimètre de longueur, qui n'étaient autre chose que des grains de pollen de conifères (pin, sapin). J'avais rencontré ces mêmes grains l'année passée dans les eaux du lac Tannay dans les Alpes du Bas-Valais. M. Perty, auquel je les montrai, les reconnut comme des grains de pollen de conifères qu'il avait souvent rencontrés dans les eaux alpines.



Ces grains de pollen sont gonflés par l'eau ; quelques-uns ont éclaté. Cependant, une fois gonflés, ils ne changent plus de forme quand même on les laisse pendant des mois dans l'eau. L'année passée j'en ai trouvé flottants près de la Tour de Peilz, dans une petite anse du lac, le 28 juin, qui avaient parfaitement conservé leur forme. Ce printemps ils apparurent au commencement de mai; mais les pluies fréquentes les ont fait bientôt disparaître. Ces grains de pollen ne changent pas même de forme par la dessication; leur enveloppe, semblable à la chitine qui se trouve dans les téguments des insectes, ne se dissout point dans la potasse caustique et ne jaunit point sous l'influence de l'acide azotique. Après avoir flotté pendant plus ou moins longtemps à la surface de l'eau elles tombent au fond et se mélangent à la vase.

Quant à l'origine de cette quantité énorme de pollen qui se montre au printemps sur une grande partie du lac Léman, elle doit être cherchée principalement dans le Valais, dont les forêts envoient, soit par les vents, soit par les torrents et surtout par le Rhône, l'excès de leur poussière fécondante qui finit par disparaître au fond du bassin lacustre dont les riverains l'appellent la fleur. Lingleye a observé le même phénomène sur une échelle bien plus vaste à la surface de la mer Baltique, et il est bien connu aujourd'hui que les prétendues pluies de soufre ne sont que des masses de pollen enlevées par les vents et précipitées de l'air par une pluie ordinaire.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1854.

Le 2, gelée blanche.
» 4, faible halo solaire, à midi 30 m.
» 9, gelée blanche.

Température du Rhône :

1re décade,	+ 10°,96
2me »	+ 9°,01
3me »	+ 7°,73
Mois	+ 9°,21

Maximum, le 1er et le 2, + 12°,0. Minimum, le 20 + 7°,3.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les	VENT	Ci…
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim.	Maxim.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	24 h	dominant.	Ci
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	736,65	735,66	734,24	735,03	+ 4,6	+ 8,8	+11,8	+ 5,1	+ 3,5	+12,5	1,00	0,83	0,70	0,95	»	variab.	0,
2	735,96	734,82	733,95	734,33	+ 1,8	+10,2	+10,9	+ 5,1	+ 0,1	+11,2	0,96	0,78	0,74	0,98	»	variab.	0,
3	733,23	732,02	730,43	730,05	+ 4,8	+ 6,4	+ 7,0	+ 5,0	+ 4,3	+ 7,5	0,97	0,92	0,91	1,00	»	variab.	0,
4	729,50	730,03	730,24	731,36	+ 6,6	+ 8,1	+ 6,6	+ 4,0	+ 3,2	+ 8,5	0,74	0,51	0,49	0,57	1,5	NNE. 2	0,
5	729,24	728,67	727,79	727,99	+ 2,4	+ 4,4	+ 5,3	+ 5,1	+ 2,0	+ 5,5	1,00	0,90	0,91	0,92	1,7	variab.	1,
6	729,04	730,85	731,46	732,80	+ 8,2	+ 8,4	+ 7,6	+ 5,7	+ 4,8	+ 9,5	0,64	0,56	0,54	0,79	1,7	N. 1	0,
7	733,42	733,54	733,53	733,01	+ 5,0	+ 6,2	+ 5,6	+ 3,9	+ 3,0	+ 6,7	0,71	0,54	0,57	0,54	»	NNE. 3	0,
8	733,08	732,11	730,39	729,61	+ 1,0	+ 2,7	+ 4,5	- 0,7	- 1,2	+ 4,9	0,81	0,66	0,57	0,87	»	N. 1	0,
9	727,13	725,48	723,96	723,91	- 0,4	+ 3,6	+ 3,6	+ 0,4	- 2,9	+ 5,4	0,89	0,74	0,87	0,99	8,3	SSO. 1	1,
10	725,35	726,61	728,03	729,12	+ 2,3	+ 3,1	+ 2,0	0,0	- 0,1	+ 5,0	0,63	0,56	0,66	0,68	»	NNE. 3	0,
11	728,99	727,28	727,26	728,33	- 2,0	+ 1,9	+ 0,9	+ 0,7	- 4,7	+ 2,9	0,89	0,70	0,87	0,94	»	S. 1	0,
12	729,43	729,74	729,98	730,29	+ 0,9	+ 3,8	+ 3,6	+ 2,8	- 0,7	+ 4,4	0,89	0,73	0,78	0,84	1,7	SSO. 1	1,
13	728,64	727,61	727,44	727,61	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,5	- 2,2	- 3,2	+ 2,3	0,76	0,98	0,98	0,98	»	N. 2	0,
14	725,29	723,39	722,83	722,81	- 5,7	+ 1,4	- 0,5	+ 2,5	- 6,9	+ 3,7	0,98	0,62	0,96	0,84	0,5	SSO. 1	0,
15	720,22	717,94	715,64	714,43	+ 5,4	+10,3	+10,0	+ 6,1	+ 2,8	+11,7	0,67	0,55	0,58	0,78	»	variab.	0,
16	710,53	709,82	708,17	706,79	+ 0,6	+ 7,0	+ 5,7	+ 4,5	- 1,4	+ 7,7	0,94	0,75	0,75	0,80	»	variab.	0,
17	704,13	704,57	703,55	707,17	+ 1,3	+ 6,2	+ 6,7	+ 5,9	+ 0,4	+ 7,6	0,91	0,80	0,81	0,83	»	S. 1	1,
18	710,00	709,74	710,28	711,66	+ 5,4	+10,0	+ 8,6	+ 7,0	+ 3,1	+11,0	0,88	0,66	0,67	0,85	0,2	variab.	0,
19	714,20	715,10	715,51	717,88	+ 5,1	+ 6,9	+ 4,9	+ 0,6	+ 0,5	+ 7,7	0,92	0,80	0,80	0,90	»	N. 2	1,
20	719,69	720,22	720,08	720,78	+ 0,4	+ 0,8	+ 1,0	+ 0,8	- 0,2	+ 1,2	0,95	0,83	0,86	0,86	0,5	NNE. 2	1,
21	720,96	720,30	718,65	718,53	+ 0,8	+ 1,4	+ 1,9	+ 1,5	+ 0,3	+ 2,6	0,87	0,76	0,76	0,82	»	SSO. 1	1,
22	715,17	711,36	708,17	709,60	+ 1,6	+ 1,9	+ 5,4	+ 6,1	+ 0,1	+ 6,7	0,75	0,89	0,81	0,76	1 6	OSO. 2	1,
23	707,75	707,04	705,72	705,29	+ 5,2	+ 7,2	+ 7,2	+ 9,4	+ 3,8	+ 9,6	0,96	0,89	0,89	0,62	13,0	variab.	1,
24	707,47	708,64	708,65	709,37	+ 3,8	+ 1,0	+ 0,8	+ 0,7	- 0,1	+10,3	0,90	1,00	0,98	0,98	20,7	SSO. 1	0,
25	713,50	713,97	714,61	715,76	+ 3,8	+ 6,8	+ 7,2	+ 4,3	+ 0,9	+ 9,1	0,76	0,55	0,47	0,66	2,4	SSO. 1	0,
26	719,81	720,96	721,36	722,69	+ 4,0	+ 7,1	+ 5,4	+ 3,5	+ 1,0	+ 8,4	0,78	0,65	0,73	0,80	»	S. 1	0,
27	722,78	722,66	721,24	721,68	- 1,4	+ 2,8	+ 1,6	0,0	- 2,0	+ 3,6	0,87	0,73	0,75	0,78	»	NNE. 1	0,
28	722,92	723,47	723,81	724,64	- 1,2	- 0,1	- 0,3	- 0,7	- 1,9	+ 1,5	0,83	0,69	0,73	0,89	»	NNE. 1	0,
29	718,62	714,09	709,90	711,27	+ 0,4	+ 6,1	+ 4,5	+ 5,2	- 1,4	+ 8,4	0,90	0,80	0,98	0,73	20,1	SSO. 3	1,
30	717,62	720,88	722,31	722,84	+ 3,7	+ 5,1	+ 3,6	+ 3,7	+ 1,9	+ 7,1	0,66	0,60	0,74	0,76	4,8	SSO. 2	0,

Moyennes du mois de Novembre 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
					Baromètre.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	730,79	731,26	731,53	730,98	730,41	730,42	730,74	730,72	730,75
2e »	718,79	719,11	719,14	718,54	718,19	718,27	718,54	718,77	718,76
3e »	716,11	716,46	716,57	716,34	715,68	715,44	715,86	716,17	716,34
Mois...	721,90	722,28	722,41	721,95	721,43	721,38	721,71	721,89	721,95
					Température.				
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	+ 3,28	+ 3,63	+ 5,23	+ 6,19	+ 6,94	+ 6,49	+ 4,74	+ 3,36	+ 3,22
2e »	+ 0,86	+ 1,22	+ 3,53	+ 5,04	+ 5,08	+ 4,24	+ 3,14	+ 2,87	+ 2,20
3e »	+ 1,85	+ 2,07	+ 2,95	+ 3,93	+ 4,24	+ 3,73	+ 3,65	+ 3,37	+ 3,01
Mois...	+ 2,00	+ 2,31	+ 3,90	+ 5,05	+ 5,42	+ 4,82	+ 3,84	+ 3,20	+ 2,81
					Tension de la vapeur.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	5,03	4,98	5,13	5,04	5,00	5,13	5,14	4,90	5,06
2e »	4,38	4,45	4,68	4,90	4,85	4,97	4,66	4,82	4,62
3e »	4,64	4,47	4,65	4,60	4,55	4,72	4,66	4,62	4,69
Mois....	4,66	4,63	4,82	4,85	4,80	4,94	4,82	4,78	4,79
					Fraction de saturation.				
1re décade,	0,86	0,83	0,77	0,70	0,66	0,70	0,79	0,83	0,86
2e »	0,89	0,88	0,78	0,74	0,74	0,81	0,81	0,86	0,85
3e »	0,88	0,83	0,82	0,76	0,73	0,79	0,78	0,78	0,83
Mois ...	0,87	0,85	0,79	0,73	0,71	0,76	0,79	0,82	0,85

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+ 1,67	+ 7,47	0,57	13,2	27,6
2e »	- 1,03	+ 6,02	0,81	2,9	26,0
3e »	+ 0,26	+ 6,75	0,94	62,6	25,1
Mois....	+ 0,30	+ 6,75	0,77	78,7	26,2

Dans ce mois, l'air a été calme 6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,16 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 26°,5 O. et son intensité est égale à 22 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1854.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Novembre: 1435mm, répartie comme suit :

	mm
le 5	200
le 6	15
le 9	28
le 10	30
le 11	35
le 12	15
le 16	30
le 17	350
le 20	13
le 22	40
le 23	310
le 24	150
le 29	149
le 30	70

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h d.s.	8 h.d.s.	Minim.	Maxim.	HYGROMETRE. 8h.m.	Midi.	4h.s.	8h.s	EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	573,28	573,79	573,42	573,71	+ 1,2	+ 5,3	+ 5,9	+ 1,2	+ 0,2		74	73	84	91	»	NE. 1	0,00
2	572,79	572,73	572,25	571,97	- 0,6	+ 4,4	+ 3,3	+ 0,8	- 0,8		94	62	63	68	»	NE. 1	0,00
3	569,10	568,83	567,75	567,16	- 1,9	- 0,6	- 1,3	- 4,0	- 4,9		76	75	79	86	»	NE. 1	0,00
4	563,34	563,20	562,73	563,13	- 5,4	- 5,8	- 8,2	- 9,3	-10,5		92	90	88	89	»	NE. 2	1,00
5	561,04	562,54	562,65	562,88	- 8,8	- 5,8	- 4,7	- 5,0	-10,9		95	94	92	93	20,6	NE. 2	1,00
6	561,36	562,93	562,55	563,43	- 5,9	- 8,5	- 9 3	-10,2	-10,8		93	89	86	93	0,9	NE. 3	1,00
7	565,13	565,42	565,36	565,42	-11,8	-10,3	-10,6	-11,0	-12,7		93	85	84	82	»	NE. 2	0,23
8	565,12	564,61	563,83	563,72	- 8,6	- 6,3	- 5,4	- 8,5	- 9,9		75	74	58	69	»	NE. 1	0,00
9	562,51	560,54	558,74	557,94	- 5,0	- 2,9	- 6,6	- 7,2	- 8,3		90	92	89	87	2,1	NE. 2	0,89
10	556,44	557,57	558,39	559,34	-13,8	-12,8	-13,5	-15,5	-16,4		88	85	43	85	2,5	NE. 3	1,00
11	559,70	559,66	559,54	560,50	-15,2	- 8,2	-10,0	- 9,4	-16,9		79	86	89	91	2,8	NE. 2	0,71
12	560,46	560,46	560,04	560,56	-11,8	-11,0	-12,0	-12,1	-12,5		89	90	89	91	1,6	NE. 3	1,00
13	559,35	559,06	558,86	558,87	-14,1	-11,9	-11,0	-10,0	-14,4		91	88	91	89	»	NE. 2	0,16
14	558,24	558,22	557,52	558,00	- 8,2	- 5,1	- 6,9	- 7,8	- 9,1		91	94	82	84	»	NE. 1	0,34
15	557,70	557,24	556,20	556,06	- 6,1	- 6,9	- 8,3	-10,5	-12,2		86	90	80	94	»	SO. 2	0,58
16	553,65	553,55	552,96	552,22	-10,0	- 7,4	- 9,0	- 7,2	-11,0		97	98	99	97	2,5	SO. 3	1,00
17	548,37	548,17	547,82	548,25	- 5,3	- 4 0	- 4 9	- 5,3	- 6,2		97	94	94	91	30,2	SO. 3	1,00
18	549,10	549,47	549,57	550,17	- 7,8	- 5,3	- 6,9	- 8,6	- 9,5		94	88	82	85	»	NE. 1	0,13
19	551,52	552,06	552,40	553,11	- 9,9	- 8,6	- 9,0	-10,9	-10,9		89	87	83	81	»	NE. 2	0,63
20	555,21	555,78	555,83	556,64	- 8,1	- 6,9	- 7,3	- 7,8	- 9,6		87	93	96	98	0,7	SO. 2	1,00
21	556,24	556,13	555,25	554,55	- 7,6	- 6,0	- 8,0	- 9,0	- 9,5		93	95	96	97	»	SO. 1	0,91
22	551,05	550,38	549,35	549,38	-10,3	- 6,5	- 9,0	- 5,9	-10,6		97	91	95	98	2,9	SO. 2	1,00
23	549,09	549,37	549,21	549,24	- 7,6	- 6,8	- 9,8	- 9,0	- 9,9		98	95	91	92	22,5	SO. 2	1,00
24	547,37	546,71	546,56	547,09	- 8,0	- 5,8	- 9,5	-10,5	-10,8		94	94	91	88	11,8	NE. 2	1,00
25	550,61	551,34	552,13	553,09	-13,0	- 8,3	-10,0	-12,1	-13,1		88	90	84	80	»	SO. 1	0,50
26	554,98	555,87	556,34	557,12	-13,9	-11,3	-11,3	-13,2	-13,9		84	78	78	79	»	SO. 1	0,04
27	557,49	557,70	556,76	556,65	-12,8	-12,8	-12,0	-12,0	-14,2		85	94	96	98	»	SO. 1	0,76
28	554,35	554,43	555,10	556,04	-13,0	-12,5	-14,9	-12,9	-15,3		85	93	85	88	»	NE. 2	0,20
29	554,81	552,78	549,68	548,83	- 6,3	- 4,9	- 5,0	- 7,0	- 8,6		98	96	94	94	8,9	SO. 3	1,00
30	551,31	553,64	555,79	557,40	-12,0	-12,0	-12,0	-12,2	-12,5		90	68	90	87	5,6	NE. 3	1,00

Moyennes du mois de Novembre 1854.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	565,11	565,10	565,34	565,21	564,94	564,77	564,86	564,87	564,88
2e »	555,24	555,33	555,54	555,37	555,14	555,07	555,24	555,44	555,49
3e »	552,45	552,73	552,99	552,84	552,57	552,62	552,75	552,94	553,00
Mois...	557,60	557,72	557,96	557,81	557,55	557,49	557,62	557,75	557,82
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 6,15	− 6,06	− 5,03	− 4,33	− 3,91	− 5,04	− 6,42	− 6,87	− 7,26
2e »	−10,15	− 9,65	− 9,08	− 7,53	− 7,08	− 8,53	− 8,90	− 8,96	− 8,90
3e »	−10,85	−10,45	− 9,82	− 8,69	− 8,75	−10,15	−10,29	−10,38	−10,45
Mois...	− 9,05	− 8,72	− 7,98	− 6,85	− 6,58	− 7,91	− 8,54	− 8,74	− 8,87
Hygromètre.									
1re décade,	86,4	87,0	84,2	81,9	81,6	80,6	82,4	84,3	85,2
2e »	90,0	90,0	91,0	90,8	88,4	88,5	88,8	90,1	91,7
3e »	90,0	91,2	92,0	90,4	91,3	90,0	89,2	90,1	90,6
Mois...	88,8	89,4	89,1	87,7	87,1	86,4	86,8	88,2	89,2

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	− 8,50	—	0,51	26,1
2e »	−11,23	—	0,66	37,8
3e »	−11,84	—	0,74	51,7
Mois...	−10,52	—	0 64	115,6

Dans ce mois, l'air a été calme 7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 51 sur 100.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME XXVII.

(1854 — N°s 105 à 108.)



BULLETIN SCIENTIFIQUE.

Physique.

Chimie.

Minéralogie et Géologie.

Zoologie et Paléontologie.

Botanique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES,

SUPPLÉMENT A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE.

ANNÉE 1854.—TOMES XXV à XXVII.

E

F

G

H

J

K

L

M

N

P

Q

R

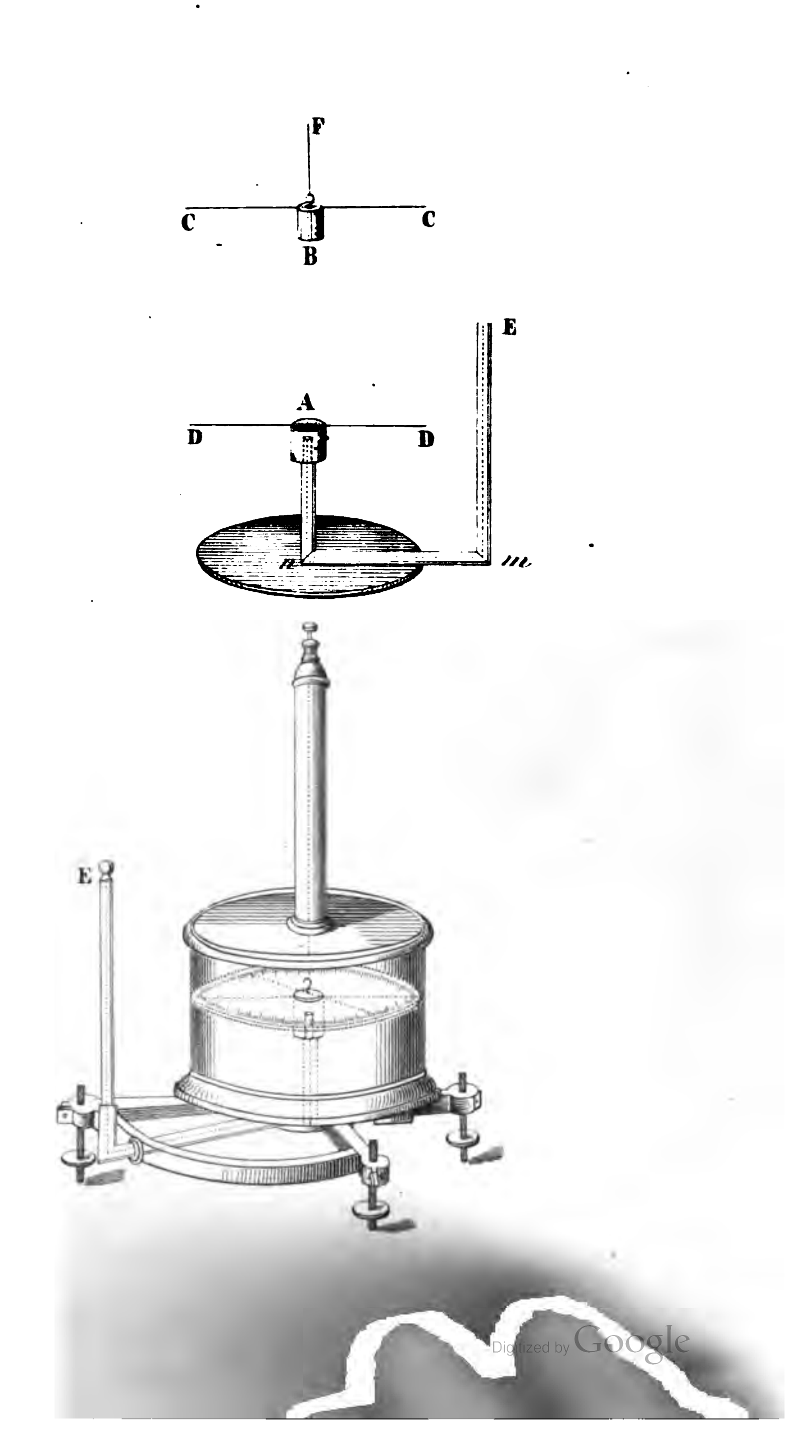
S

T

V

Table des articles sans nom d'auteur.




F
C
C
B
E
A
D
D
n
m
E



